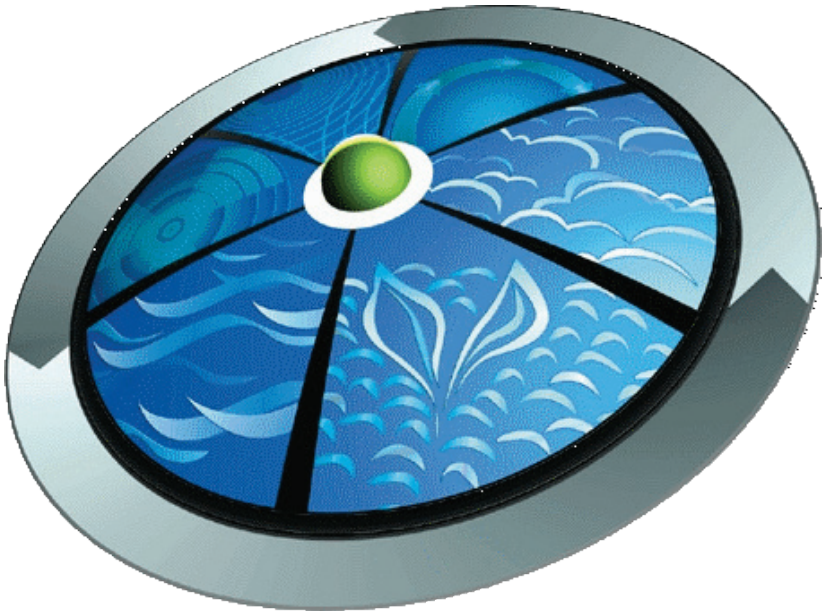
Készült
a HEFOP 3.3.1-P.-2004-0900152/1.0 azonosítójú
„A Felsőoktatás szerkezeti és tartalmi fejlesztése”
című pályázat keretében.
Konzorciumvezető: Pannon Egyetem

Környezetmérnöki Tudástár
Sorozat szerkesztő: Dr. Domokos Endre



16. kötet

Környezetinformatika

Szerkesztő: Dr. Szabó Imre – Dr. Domokos Endre

Pannon Egyetem – Környezetmérnöki Intézet

Magyarország célba ér

Készült
a HEFOP 3.3.1-P.-2004-0900152/1.0 azonosítójú
„A Felsőoktatás szerkezeti és tartalmi fejlesztése”
című pályázat keretében.
Konzorciumvezető: Pannon Egyetem

Értékünk az ember
Humánerőforrás- fejlesztési Operatív Program

Környezetmérnöki Tudástár

Sorozat szerkesztő: Dr. Domokos Endre

16. kötet

Környezetinformatika

Szerkesztő: Dr. Szabó Imre – Dr. Domokos Endre

Szerzők:

Bulla Miklós

Domokos Endre

Gyulai István

Harkányiné Székely Zsuzsanna

Konrád Réka

Kovács Balázs

Kovács Endre

Lénárt László

Madarász Tamás

Magyar Imre

Mucsi László

Németh Norbert

Szabó Imre

Szűcs Péter

Tóth Andrea

Winkler Gusztáv

ISBN: 978-615-5044-41-0

2. bővített kiadás – 2011

Első kiadás: 2008

Veszprém

Pannon Egyetem – Környezetmérnöki Intézet

Környezetmérnöki Tudástár

eddig megjelent kötetei

01. Környezetföldtan
02. Környezetgazdálkodás
03. Talajvédelem, talajtan
04. Egészségvédelem
05. Környezeti analitika
06. Környezetvédelmi műszaki technológiák, technológiai rendszerek modellezése, ipari technológiák és szennyezéseik
07. Környezettan
08. Földünk állapota
09. Környezeti kémia
10. Vízgazdálkodás-Szennyvíztisztítás
11. Levegőtisztaság-védelem
12. Hulladékgazdálkodás
13. Zaj- és rezgésvédelem
14. Sugárvédelem
15. Természet- és tájvédelem
16. Környezetinformatika
17. Környezetállapot-értékelés, Magyarország környezeti állapota, monitorozás
18. Környezetmenedzsment rendszerek
19. Hulladékgazdálkodás II.
20. Környezetmenedzsment és a környezetjog
21. Környezetvédelmi energetika
22. Transzportfolyamatok a környezetvédelemben
23. Környezetinformatika II.
24. Talajtan és talajökológia
25. Rezgési spektroszkópia

Felhasználási feltételek:

Az anyag a Creative Commons „Nevezd meg!-Ne add el!-Így add tovább!” 2.5 Magyarország Licenc feltételeinek megfelelően szabadon felhasználható.

Nevezd meg! — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnevét, a Mű címét).

Ne add el! — Ezt a művet nem használhatod fel kereskedelmi célokra.

Így add tovább! — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

További felhasználás esetén feltétlenül hivatkozni kell arra, hogy

"Az anyag a HEFOP 3.3.1-P.-2004-0900152/1.0 téma keretében készült a Pannon Egyetemen."

Részletes információk a következő címen találhatóak:

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/hu/

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék 5
Ábrajegyzék 12
Táblázatjegyzék 30
1. TÉRINFORMATIKAI ISMERETEK 32
1.1. TÉRKÉPÉSZETI ALAPISMERETEK 32
1.1.1. A térkép fogalma 32
1.1.2. A térkép ismérvei 33
A méretarány 33
A generalizálás (térképi általánosítás) 34
A jelkulcs 40
1.1.3. A térképek osztályozása 41
1.1.4. A térképszerű ábrázolások 43
A térképvázlat 43
Madártávlati és műholdtávlati kép 45
Légifelvételek, űrfelvételek 45
Panorámakép 46
Térhatású térkép (anaglif térkép) 46
Dombortérképek 48
Földgömbök, éggömbök és bolygóglóbusok 48
Szelvény 48
Tömbszelvény 50
1.2. A VETÜLETTAN ALAPJAI 54
1.2.1. Vetülettani alapfogalmak 54
Földrajzi koordináták 56
1.2.2. Vetületi torzulások 60
Hossztorzulási viszony vagy lineármodulus 61
Szögtorzulási viszony vagy iránymodulus 61
Területtorzulási viszony 61
1.2.3. A vetületek elnevezése és csoportosítása 64
A vetületek csoportosítása: 64
1.2.4. A valódi vetületek 69
A valódi sikvetületek (azimutális vetületek) 69
A valódi hengervetületek 73
A valódi kúpvetületek 75
1.2.5. A képzetes vetületek 78
A képzetes kúpvetületek 80

Egyéb képzetes vetületek ... 82
1.2.6. Vetületi rendszerek ... 83
A magyar országos felmérésnél alkalmazott vetületek ... 83
UTM (Universal Transverse Mercator), süllyesztett transzverzális ellipszoidi vetület ... 93
1.2.7. Vetületválasztás és felismerés ... 94
A vetületválasztás szempontjai ... 94
1.3. Az általános térképek tartalma és ábrázolási módszerei ... 96
1.3.1. A domborzatrajz ... 97
A domborzatábrázolás módszerei ... 97
A domborzat ábrázolása szintvonalakkal ... 113
1.3.2. A síkrajz ... 118
A vízrajz ... 118
Növényzet és talaj ... 122
Települések ... 123
Közlekedéshálózat, szállítás ... 124
Határok ... 125
1.4. A tematikus térképek ábrázolási módszerei ... 126
1.4.1. A jelmódszer ... 128
1.4.2. A pontmódszer ... 135
1.4.3. A felületi módszer ... 139
1.4.4. A kartogram módszer ... 142
1.4.5. A kartodiagram módszer ... 147
1.4.6. Az izovonal módszer ... 148
1.4.7. A mozgásvonalak módszere (vektormódszer) ... 152
1.5. Informatikai alapismeretek ... 156
1.5.1. A számítógépek hardver elemei ... 156
1.5.2. Az operációs rendszerekről általában ... 164
1.5.3. Windows alapismeretek ... 166
1.5.4. Számítógép-hálózatok ... 173
1.6. ADATBÁZISOK ... 176
1.6.1. Adatmodellek áttekintése ... 177
1.6.2. Az egyed–kapcsolat modell ... 178
1.6.3 A relációs adatmodell ... 180
1.6.4. Az SQL nyelv alapjai ... 182
1.6.5. Adatbázis-kezelő rendszerek ... 185
1.7. Raszteres adatmodell ... 192
1.7.1. Az adatmodell és alkalmazhatósága ... 192
1.7.2. A raszterállomány létrehozásának lehetőségei és jellemzői ... 194

1.7.3. Raszteres adatok elérhetősége 201
1.7.4. Irodalomjegyzék: 202
1.8. Internetes környezeti adatbázisok és használatuk 204
1.8.1. Adatbázis 204
1.8.2. Környezetvédelmi adatbázisok, és adatbázissokkal foglalkozó oldalak 205
1.9. TÉRINFORMATIKAI ALAPOK 207
1.9.1. Térbeli jelenségek ábrázolása vektoros modellekben 207
1.9.1.1. Vektor alapú modellek 211
1.9.2. Irodalom: 218
1.10. Térinformatika 218
1.10.1. A földrajzi információs rendszerek (GIS) 221
1.10.2. Adatbank és információs rendszer 227
1.10.3. A mikroszámítógépes GIS alkotóelemei 228
1.10.4. A GIS-ek alkalmazásának fontosabb hazai és nemzetközi előzményei 239
1.11. VÁLTOZÁSTÉRKÉPEK 252
2. ADATNYERÉSI MÓDSZEREK: 257
2.1. Az adatgyűjtés fejlődéséről általában: 257
2.1.1. Az adatnyerés típusairól általában 258
2.2. Adatnyerés és monitoring távérzékeléssel, mint elsődleges adatforrással: 263
2.2.1. Az alkalmazható távérzékelési eljárások: 268
2.2.2. A fotointerpretáció eszközei és módszerei: 280
2.2.3. Fő környezetvédelmi alkalmazások: 283
2.3. Az adatnyerés speciális módszerei: 297
2.3.1. A másodlagos adatnyerés fő forrása a térkép: 297
2.3.2. A domborzat, mint a környezeti kutatások egyik alapja: 303
2.3.3. A környezetrekonstrukció, mint speciális adatnyerési eszköz: 306
2.3.4. Geodéziai felmérési módszerek, a környezeti adatnyerés kiegészítői: 310
2.4. ADATBÁNYÁSZATI MÓDSZEREK 312
2.5. INTERNET ALAPÚ INFORMÁCIÓÁTADÁSI MÓDSZEREK 317
2.6. FIZIKAI ADATBIZTONSÁG 333
2.7. ELEKTRONIKUS ADATOK HASZNÁLATÁNAK JOGI HÁTTERE 337
2.8. MULTIMÉDIA ALAPÚ ADATOK KEZELÉSI ÉS RENDSZEREZÉSI SZABVÁNYAI 341
3. A környezeti állapot rögzítésére szolgáló rendszerek bemutatása 348
3.1. A földtani megismerés 348
3.1.1 Terepi adatnyerési és adatfeldolgozási eljárások 353

3.1.2 A földtani megismerés laboratóriumi anyagvizsgálati módszerei 360
3.1.2.1 Optikai vizsgálatok (mikroszkópia) 360
3.1.2.2 Spektroszkópia 361
3.1.2.3 Termoanalízis 363
3.1.2.4 Radiometrikus és mágneses kormeghatározás 363

3.2 A földtani megismerés geofizikai eszközei 365
3.2.1 Mágneses módszer 366
3.2.2. Geoelektromos és elektromágneses módszerek 366
3.2.3.Egyenáramú módszerek 366
3.2.4. Váltóáramú módszerek 369
3.2.5. Mélyfúrási geofizika (fúrólyukszelvényezés) 371
3.2.6. Nukleáris módszerek 371
3.2.7. Természetes potenciál (SP) szelvényezés 374
3.2.8. Fajlagos ellenállás szelvényezés 376
3.2.9.Hőmérséklet szelvényezés 377
3.2.10. Mérnökgeofizikai szondázás 379
3.2.11. Speciális környezetvédelmi, mérnökgeológiai alkalmazások 382

3.3 A vízföldtani információkra vonatkozó adatgyűjtés 384
3.3.1 A vízföldtani megismerés alapjai 384
3.3.2 A mérési jegyzőkönyvek és fontosságuk 386
3.3.3 Az információszerzés térbeli csoportosítása 389
3.3.4 Az információszerzés fázisai, időbeli csoportosítása 396
3.3.5 Az információszerzés formái 399
3.3.5.1. Terepi megfigyelések 399
3.3.5.2. Terepi mérések 400
3.3.5.3. Helyszíni tájékoztató értékű mérések (gyorstesztek) 420
3.3.6 Felszín alatti vízmérőrendszer bemutatása 421

3.4 A környezeti állapot rögzítésére szolgáló rendszerek bemutatása 438
3.4.1. Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer (TIM) 438
3.4.1.1. A TIM felépítése 439
3.4.1.2. A TIM működtetése 443
3.4.1.3. A TIM program keretében végzett vizsgálatok 444

3.5 Levegős monitoring (Légszennyezők monitorozása országos mérőhálózatban) 455
3.5.1 Légszennyező anyagok 455
3.5.2 Légszennyezők forrásai 455
3.5.3 Légszennyezettség mérésének alapelvei 457
3.5.5 Manuális mérőhálózat 460
3.5.6 Monitor állomások adatainak kezelése a mérőhálózatban 462
3.5.7 Légszennyezők mérési módszerei az országos mérőhálózatban 463

3.5.8 Meteorológiai mérések 466
3.5.9. Irodalomjegyzék 467

3.6 GPS és GNSS alkalmazása a helymeghatározásban és a térinformatikában 469
3.6.1. Az alapötlet 469
3.6.2 Műholdas helymeghatározó rendszerek 471
3.6.3 Hogy működik a GPS? 473
3.6.4 Hibaforrások 477
3.6.5. Mérési technikák, a vevők típusai 478
3.6.6 Merre tart a műholdas helymeghatározás? 480
3.6.7 Mobil térinformatika 483

4. Adatfeldolgozás, adatértékelés 489

4.1. Adatok statisztikai jellemzése 490
4.1.1 Az adatok alapján meghatározott jellemző értékek 490
4.1.2 Sűrűség- és eloszlásfüggvények 493
4.1.3 Korrelációs vizsgálatok 500
4.1.4 Adatrendszerek ábrázolása. Box-Whisker Plot 502
4.1.5 Kiegyenlítő vagy regressziós számítások 503
4.1.6 Kiugró értékek vizsgálata 504

4.2. Környezeti jellemzők idősorainak jellemzése 505

4.3. Geostatisztikai alapok 511

4.4. Kockázatelemzés 516
4.4.1 A kockázatfelmérés célja 519
4.4.2 Szűrési eljárások 526
4.4.3 A koncepciós modell megalkotása 530
4.4.4 Expozíció vizsgálat 531
4.4.5 Toxicitás vizsgálat 537
4.4.6 A toxikológiai információk forrásai 540
4.4.7 Kockázat jellemzés 541
4.4.7.1. Nem karcinogén vegyületek kockázatfelmérése 541
4.4.7.2. Karcinogén vegyületek kockázatfelmérése 542
4.4.7.3. Az elfogadható kockázat koncepciója 542
4.4.7.4. Karcinogén kockázat számítása 543

5. Környezeti adatbázisok 548

5.1 Tematikus adatbázisok 548
5.1.1 A térbeli vonatkozású rendszerek analóg térképi adatai 548
5.1.1.1. Topográfiai alaptérképek 548
5.1.2 A térbeli vonatkozású rendszerek digitális térképi adatai 569

5.1.2.1. ORSZÁGOS TÉRINFORMATIKAI ADATBÁZIS (OTAB) ... 569
5.1.2.2. CORINE Land Cover, Magyarország Felszínborítási adatbázisa ... 570
5.1.2.3. Alappontok ... 584
5.1.2.4. Egyéb digitális térképi adatbázisok ... 585
5.1.2.5. Digitális talajtérképek ... 589
5.1.3 Leíró adatbázisok ... 596

5.2 Alkalmazási példák ... 598
5.2.1 A vizinfo vízbázisvédelmi információs rendszer térképkezelő működése ... 599
5.2.2 A vízbázisvédelmi információs rendszer adatbázisa ... 604

6. Környezeti modellezés ... 617

6.1. Hulladékgazdálkodási modellezés, információs rendszerek ... 617
6.1.1. A hulladék fogalma, csoportosítása ... 617
6.1.2. A hulladék kezelése, a hulladékgazdálkodási modell ... 625
6.1.2.1. A gazdasági folyamatokban keletkező hulladék fenntartható kezelése ... 626
6.1.2.2. A hulladékkezelés alapmodelljei ... 628
6.1.2.3. A hulladékkezelés környezetbarát modellje ... 629
6.1.3. A Hulladékgazdálkodási Információs Rendszer ... 630

6.2 Levegőszennyeződési modellezés ... 640
6.2.1 A légszennyezés általános kérdései ... 640
6.2.2 Levegőminőség-tervező módszerek és modellek ... 646

6.3 Szennyeződés-terjedés modellezése ... 654
6.3.1. Alapfogalmak ... 655
6.3.1.1. Vízföldtani alapfogalmak ... 655
6.3.1.2. A szennyeződés-terjedéssel kapcsolatos alapfogalmak ... 659
6.3.2 A modellezés szakaszai és lépései ... 662
6.3.3 A hidrodinamikai és transzportmodellezés feladatai, alkalmazási lehetőségei és sajátosságai ... 666
6.3.3.1. A számítási módszerek ... 668
6.3.3.2. Számítás analitikus képletekkel ... 669
6.3.3.3. Numerikus számítás ... 669
6.3.3.4. A hidrodinamikai és transzportmodell-számítások erényei és hibái, avagy a modellek értékelése ... 672
6.3.4. Néhány ismertebb hidrodinamikai és transzportmodell ... 673
6.3.5 Hidrodinamikai és transzportmodellek alkalmazási példái ... 675
6.3.5.1. A numerikus modellek alkalmazási területei a hidrogeológiában és a környezetvédelemben ... 675
6.3.5.2. Alkalmazási példák ... 676

7. Alkalmazások ... 689

7.1 Ipari és önkormányzati információs rendszerek ... 689
7.1.1 Az e-kormányzat ... 689
7.1.2 Esettanulmány egy e-közigazgatási, térinformatikai rendszer létrehozására ... 694

7.1.3 Térképi kísérőinformációk 710

7.2. Környezeti hatásvizsgálatok és a térinformatika 719

7.2.1 Alapfogalmak 719

7.2.2 A környezeti hatásvizsgálat (KHV) és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárás (EKHE) 722

7.2.3 A környezeti hatásvizsgálat (KHV) módszertani kérdései 736

7.2.4 KHV és térinformatika 743

7.3 Környezetirányítási Rendszerek 746

7.3.1 A Környezetirányítási Rendszer céljai, előnyei és áttekintései 746

7.3.2 A Környezetirányítási Rendszer létrehozása és információs igényei 749

7.3.2.1 A környezeti hatások felmérése, a jelentős hatások meghatározása 749

7.3.2.2. A környezeti program megfogalmazása, célkitűzések 757

7.3.2.3. Környezeti politika 758

7.3.2.4. A jogszabályok áttekintése 758

7.3.2.5. Feladatok és felelősök kijelölése 760

7.3.2.6. Az alkalmazottak képzése, a környezeti tudatosság növelése 761

7.3.2.7. Dokumentációs rendszer működtetése 761

7.3.2.8. A működésből származó környezeti hatások figyelemmel kísérése és mérése 762

7.3.2.9. A vészhelyzetek megelőzése a bekövetkezett károk mérséklése 763

7.3.2.10. Belső és külső tájékoztatás 764

7.3.3. Az irányítási rendszer működésének felülvizsgálata (auditálás) 766

7.4. Irodalomjegyzék 772

Ábrajegyzék

1.1.-1. ábra: Vetítési módok (ortogonális, klinogonális és centrális) *33*

1.1.- 2. ábra: Generalizálási módok *35*

1.1.- 3. ábra: Generalizálási sor *36*

1.1.- 4. ábra: Generalizálási példa (M=1:10 000) I. *36*

1.1.- 5. ábra: Generalizálási példa (M=1:25 000) II. *37*

1.1.- 6. ábra: Generalizálási példa (M=1:50 000) III. *38*

1.1.- 7. ábra: Generalizálási példa (M=1:100 000) IV. *39*

1.1.- 8. ábra: Példa a jelmagyarázatra *40*

1.1.- 9. ábra: A térképek méretarány szerinti osztályozása (Zentai) *41*

1.1.- 10. ábra: Példa tematikus térképre *42*

1.1.- 11. ábra: Példa térképvázlatra (gyermekrajz/ Harkányi Máté) *43*

1.1.- 12. ábra: Példák térképvázlatokra (gyermek tájfutó térképek)I. *44*

1.1.- 13. ábra: Példák térképvázlatokra (gyermek tájfutó térképek)II. *44*

1.1.- 14. ábra: Madártávlati kép (sí-térkép) *45*

1.1.- 15. ábra: Űrfelvétel *45*

1.1.- 16. ábra: Infravörös űrfelvétel *46*

1.1.- 17. ábra: Anaglif térkép *47*

1.1.- 18. ábra: Anaglif szemüveg) *47*

1.1.- 19. ábra: Útvonal metszet *49*

1.1.- 20. ábra: Tematikus metszet *50*

1.1.-21. ábra Tematikus tömbszelvény *51*

1.1.- 22. ábra: Tömbszelvény -szerkesztési módok *52*

1.1.- 23. ábra: Tömbszelvény –szerkesztés *53*

1.2.-1. ábra Vetítés alapja *55*

1.2.-2. ábra: A földfelszín és a geoid (Bácsatyai) *55*

1.2.- 3. ábra: A földi pontok helyzetének meghatározása *56*

1.2. - 4. ábra: Vetülettani alapfogalmak I. *58*

1.2. - 5. ábra: Vetülettani alapfogalmak II. *59*

1.2. - 6. ábra: Vetülettani alapfogalmak III. *59*

1.2- 7. ábra: Torzulási viszonyok I. *60*

1.2. - 8. ábra: Torzulási viszonyok II. *60*

1.2. - 9. ábra: Tissot-féle torzulási ellipszisek *63*

1.2. - 10. ábra: Tissot-féle indikatrix alakja különböző torzulások esetén *63*

1.2. - 11. ábra. A vetületek csoportosítása *66*

1.2. - 12. ábra: A vetületek csoportosítása az alapfelület és a képfelület egymáshoz viszonyított helyzete alapján *66*

1.2. - 13. ábra: Az érintő helyzetű vetületek csoportosítása I. *67*

1.2. -14. ábra: Az érintő helyzetű vetületek csoportosítása II. *67*

1.2. -15. ábra: Az érintő helyzetű vetületek csoportosítása III. *68*

1.2. -16. ábra: A vetítési középpontok különböző elhelyezkedéséből keletkező vetületek. *68*

1.2. -17. ábra: Síkvetületek *69*

1.2. -18. ábra: Sztereografikus síkvetület *70*

1.2. -19. ábra: Gnomonikus síkvetület. *71*

1.2. -20. ábra: Ortografikus síkvetület. *71*

1.2. -21. ábra: Síkvetületek az atlaszokban I. *72*

1.2. -22. ábra: Síkvetületek az atlaszokban II. *72*

1.2. -23. ábra: Síkvetületek az atlaszokban III. *73*

1.2. - 24. ábra: Hengervetület *73*

1.2. - 25. ábra: Mercator -féle hengervetület *75*

1.2. -26. ábra: Kúpvetületek I. *76*

1.2. - 27. ábra: Kúpvetületek II. *77*

1.2. - 28. ábra: Képzetes vetület *78*

1.2. - 29. ábra: Good-féle képzetes hengervetület *78*

1.2. - 30. ábra: Különféle képzetes hengervetület I. *79*

1.2. - 31. ábra: Különféle képzetes hengervetület II. *79*

1.2. - 32. ábra: Werner-féle képzetes kúpvetület *80*

1.2. - 33. ábra: Bonne-féle képzetes kúpvetület. *81*

1.2. - 34. ábra: A polikónikus vetület származtatása *82*

1.2. -35. ábra: Ferdetengelyű szögtartó vetület 85

1.2. -36. ábra: A történelmi Magyarország három sztereografikus vetülete (Bácsatyai) 86

1.2. -37. ábra: S hengervetületek elhelyezkedése a történelmi Magyarország területén (Bácsatyai) 86

1.2. – 38. ábra: Gauss-Krüger-féle egyenlítői henger vetület 87

1.2. – 39. ábra: Gauss-Krüger-féle egyenlítői henger vetület szelvényezése I. 88

1.2. – 40. ábra: Gauss-Krüger-féle egyenlítői henger vetület szelvényezése II. 89

1.2. -41. ábra: Egységes Országos Vetület (EOV) 90

1.2. -42. ábra: Az EOV szelvényezése I. 91

1.2. -43. ábra: Az EOV szelvényezése II. 92

1.2. -44. ábra: Az UTM 93

1.2. - 45. ábra: Az UTM származtatása 94

1.3. - 1. ábra: Általános térképi részlet 96

1.3. - 2. ábra: Domborzatábrázolás ó- és középkori térképeken 98

1.3. - 3. ábra: Részlet Lázár deák térképéből 99

1.3. - 4. ábra: Lendületcsíkozás 100

1.3. - 5. ábra: Páfránycsíkozás Mikovinyi Sámuel Turóc vármegye térképéről 1736-ból 101

1.3. - 6. ábra: Lehmann-féle lejtőcsíkozás 103

1.3. - 7. ábra: Geometriai csíkozások 104

1.3. - 8. ábra: Fiziográfiai domborzatábrázolás (áttekintő jelkulcs) 105

1.3. - 9. ábra: Raisz Ervin térképe az Alsó-Nílusról (fiziográfiai domborzatábrázolás) 106

1.3. - 10. ábra: A szintvonalas ábrázolás alapelve 108

1.3. - 11.ábra: A szintvonalak izovonalak 109

1.3. - 12. ábra: A szintvonalas ábrázolás 110

1.3. - 13. ábra: Szintvonaltípusok 111

1.3. - 14. ábra: Rétegszínezés 112

1.3. - 15. ábra: Domborzati idomok 115

1.3. - 16.ábra: A lejtők típusai 116

1.3. - 17.ábra: A felszíni formák ábrázolása szintvonalakka 116

1.3. - 18. ábra: Oldal- és felülnézeti domborzatábrázolás megfeleltetés 117

1.3. - 19. ábra: Domborzatábrázolási módszerek 117

1.3. - 20. ábra: A víz településeket vonzó hatása 119

1.3. - 21. ábra: A vízfelület vonalkázása régi térképeken 119

1.3. - 22. ábra: A vízfelület vonalkázása régi térképeken II. 120

1.3. - 23. ábra: Vízrajz ábrázolása egy atlasz jelkulcsából 121

1.3. - 24. ábra: Gleccser ábrázolás 122

1.3. - 25. ábra: Növényzet ábrázolása egy atlasz jelkulcsából 123

1.3. - 26. ábra: Települések ábrázolása egy atlasz jelkulcsából 124

1.3. - 27. ábra: A közlekedés ábrázolása egy atlasz jelkulcsából 125

1.3. - 28. ábra: A határok ábrázolása egy atlasz jelkulcsából 126

1.4. - 1. ábra: Tematikus térképi ábrázolási módszerek táblázatos csoportosítása 126

1.4. - 2. ábra: Tematikus térképi ábrázolási módszerek 127

1.4. - 3. ábra: Jelmódszer 128

1.4. - 4. ábra: A jelek csoportosítása 129

1.4. - 5. ábra: Értéknagyság arányos jelek ábrázolása 130

1.4. - 6. ábra: Folyamatos és fokozatos jelnagyság változtatás 130

1.4. - 7. ábra: Értékegység jel 131

1.4. - 8. ábra: Értékegység jelek, váltópénz módszer 132

1.4. - 9. ábra: Piktogramok 133

1.4. - 10. ábra: Pont jelek 134

1.4. - 11. ábra: Felületi jelek 134

1.4. - 12. ábra: Vonalas jelek 135

1.4. - 13. ábra: India népsűrűsége pontmódszerrel ábrázolva (1 pont =200 000 lakos) 136

1.4. - 14. ábra: Pontmódszer 137

1.4. - 15. ábra: Pontmódszerek az objektumszórás ábrázolására 137

1.4. - 16. ábra: A jelnagyság megválasztásának hatása a térképi képre 138

1.4. - 17. ábra: Népsűrűség ábrázolása felületi módszerrel 139

1.4. - 18. ábra: Iparvidékek megkülönböztetése felületi módszerrel 140

1.4. - 19. ábra: Felületi jelekkel való ábrázolási mód 140

1.4. - 20. ábra: Határ nélküli felületek elkülönítése sematikus jelábrázolással és írással 141

1.4. - 21. ábra: Körülhatárolás egymásba futó sávokkal vagy fogas csatlakozással, vonalkázással 142

1.4. - 22. ábra: Kartogramok 144

1.4. - 23. ábra. Jelkartogram 145

1.4. - 24. ábra: Jelkartogram 146

1.4. - 25. ábra: Kartodiagram 147

1.4. -26. ábra: Diagram-típusok 148

1.4. - 27. ábra: Izovonalas térkép 149

1.4. - 28. ábra: Példák az izovonalas ábrázolásra és a szín- pszichológiai alkalmazásra I. 150

1.4. - 29. ábra: Példák az izovonalas ábrázolásra és a szín- pszichológiai alkalmazásra II. 151

1.4. - 30. ábra: Település népsűrűségének ábrázolása 152

1.4. - 31. ábra: Az energiafelhasználás ábrázolása mozgásvonalakkal 153

1.4. - 32. ábra: Tengeráramlások (hideg, meleg) ábrázolása mozgásvonalakkal 153

1.4. - 33. ábra: Áramlásvonal típusok (Arnberger nyomán) 154

1.4. - 34. ábra: Példák a mozgásvonalak módszerére 155

1.5. - 1. ábra: Az Intel egyik processzora 157

1.5. - 2. ábra. Merevlemezegység felépítése 161

1.5. - 3. ábra. Be- és kiviteli hardvereszközök áttekintése 163

1.5. - 4. ábra. A Windows XP munkaasztala klasszikus nézetben, megnyitott helyi menüvel és almenüvel 167

1.5. - 5. ábra. A Windows virtuális könyvtárszerkezete 169

1.5. - 6. ábra. A Windows Intéző ablaka „Részletek” nézetben 171

1.6. - 1. ábra. Vállalati osztályok és dolgozók nyilvántartása hálós modellben (V: vállalat, O: osztály, D: dolgozó) 178

1.6. - 2. ábra. Könyvtári nyilvántartás E–K diagramja 180

1.6. - 3. ábra. Az Access Adatbázis ablaka megnyitott könyvtári adatbázissal 186

1.6. - 4. ábra. Külső kulcs kapcsolatok megadása Accessben 187

1.6. - 5. ábra. Fizetés összesítése osztályonként Excel-lel. 188

1.7. - 1. ábra A vektor és raszter modellekben is alkalmazott tesszelációs felületek 192

1.7. - 2. ábra A geometriai felbontás jelentősége különböző adatok alapján 193

1.7. - 3. ábra Ugyanazon jelenségeket ábrázoló raszteres modell különböző cellaértékekkel, a különböző cellaérték megállapítási módszerektől függően 195

1.7. - 4. ábra Vektor-raszter konverzió eredménye 197

1.7. - 5. ábra Domborzatmodell – mint folyamatos értékekkel bíró felületmodell – létrehozása . 199

1.7. - 6. ábra Az interpolálási módszerek által számított felszínek. a) legközelebbi szomszéd b) bilineáris c) köbös konvolúció 199

1.7. - 7. ábra A négyfa modell 201

1.8. - 1. ábra Az adatbázis egy táblájának felépítése 204

1.8. - 2. ábra Kérdés megfogalmazása az adatbázis-kezelő rendszer számára 204

1.8. - 3.. ábra Keresés beállításai az EPER adatbázisban 206

1.8. - 4. ábra A keresés eredménye az EPER rendszerben 207

1.9. - 1. ábra A z értékek lehetséges értékei megközelítéstől függően nem funkcionális, és funkcionális felületek esetén 209

1.9. - 2. ábra Pontszerű jelenség ábrázolása spagetti modellben 212

1.9. - 3. ábra Vonalas jelenségek ábrázolása spagetti modellben 212

1.9. - 4. ábra Területi jelenségek ábrázolása spagetti modellben 213

1.9. - 5. ábra Pontszerű jelenségek ábrázolása topológiai modellben 215

1.9. - 6. ábra Vonalas jelenségek ábrázolása topológiai modellben 216

1.9. - 7. ábra Területi jelenségek ábrázolása topológiai modellben 217

1.10. - 1. ábra: A térinformatika fogalma (Márkus) 218

1.10. - 2. ábra: A GIS fogalma (Márkus) 219

Alternatív kifejezések a földrajzi információs rendszerre 219

1.10. - 3. ábra: A GIS adatmodellje (Elek) 220

1.10. - 4. ábra: A GIS szerkezete I. (Elek) 222

1.10. - 5. ábra: A GIS szerkezete II. (Elek) 222

1.10. - 6. ábra: A GIS alkotó elemei (Márkus) 223

1.10. - 7. ábra: A Hardver főbb fejlődési stádiumai I. (Márkus) 224

1.10. - 8. ábra: A Hardver főbb fejlődési stádiumai II. (Márkus) 224

1.10. - 9. ábra: A Hardver főbb fejlődési stádiumai III. (Márkus) 225

1.10. - 10. ábra: A Hardver főbb fejlődési stádiumai IV. (Márkus) 225

1.10. - 11. ábra: A Hardver fejlődésének üteme (Márkus) 226

1.10. - 12. ábra: A Moore-törvény 226

1.10. – 13. ábra: A GIS sematikus felépítése 229

1.10. – 14. ábra: A GIS részletes felépítése 229

1.10. – 15. ábra: Modell alkotás 230

1.10. – 16. ábra: Modell alkotás II. 230

1.10. – 17. ábra: GIS adatmodellek 231

1.10. – 18. ábra: A raszter létrehozása 232

1.10. – 19. ábra: Adatgyűjtési módok (Márkus) 233

1.10. - 20. ábra: Különböző adatszintek egy rendszeren belül (Elek) 235

1.10. – 21. ábra: Utcahálózat alapú rendszerek (Elek) I. 235

1.10. – 22. ábra: Boole műveletek 236

1.10. – 23. ábra: Láthatósági vizsgálat (Elek) 237

1.10. – 24. ábra: Térképi és grafikonos megjelenítés a GIS-ben (Elek) 238

1.10. – 25. ábra: Térképi és táblázatos megjelenítés a GIS-ben (Elek) 238

1.10. – 26. ábra: Utcahálózat alapú rendszerek (Elek) II. 241

1.10. – 27. ábra: Utcahálózat alapú rendszerek nagy méretarányban (Elek) 241

1.10. – 28. ábra: Természeti erőforrás alapú GIS I. (Elek) 242

1.10. – 29. ábra: Természeti erőforrás alapú GIS II. (Elek) 242

1.10. – 30. ábra: Természeti erőforrás alapú GIS III. (Elek) 243

1.10. – 31. ábra: Földrészlet alapú GIS (Elek) 243

1.10. – 32. ábra GIS megtérülése 244

1.10. - 33. ábra: Adatbevitel: digitalizálás digitalizáló táblával 245

1.10. - 34. ábra : Adatbevitel: lapszkennerrel 245

1.10. - 35. ábra : Adatbevitel: dobszkennerrel 245

1.10. - 36. ábra : Adatbevitel: terepi adatgyűjtéssel (palmtop) 246

1.10. - 37. ábra: Terepi adatfelvétel 246

1.10. - 38. ábra: Adattárolás? (Márkus) 246

1.10. - 39. ábra: Rajzgép (plotter) és nyomtató (printer): kimeneti eszközök 247

1.10. - 40. ábra: Precíziós mezőgazdálkodás 247

1.10. - 41. ábra: Alkalmazások (Márkus) 248

1.10. - 42. ábra: A hálózatok jelentősége napjainkban (Márkus) *248*

1.10. - 43. ábra: Google Earth I. (Márkus) *249*

1.10. - 44. ábra: Google Earth II. (Márkus) *249*

1.10. - 45. ábra: Google Earth III. (Márkus) *250*

1.10. - 46. ábra: Tendenciák (Márkus) *250*

1.10. - 47. ábra: Fejlődési trend (Márkus) *251*

1.10. - 48. ábra: Jövőkép (Márkus) *251*

1.10. - 49. ábra: A GIS alkalmazások hiányosságának oka (Márkus) *252*

1.11. – 1. ábra: Példa kvalitatív változás-térképre *254*

1.11. – 2. ábra: Példa kvantitatív változás-térképre *256*

2.1.- 1. ábra Környezetvizsgálati adatgyűjtés és a távérzékelés kapcsolata *261*

2.2.-1. ábra Környezetvizsgálati adatgyűjtés és a távérzékelés lehetőségei *265*

2.2.- 2. ábra Mérőkamera felépítése *268*

2.2.- 3. Centrális vetítés *269*

2.2.- 4. A különböző színes filmtípusok elvi felépítése *270*

2.2.- 5. ábra Környezetünk fő alkotóelemeinek viselkedése a látható és a közeli IR sávokban ... *271*

2.2.- 6. ábra A sugárzási görbék eltérései és vizsgálati lehetőségei a látható és a közeli IR sávokban *272*

2.2.- 7. ábra Pásztázó letapogató felépítése (TM+) *273*

2.2.- 8 ábra Folyamatos képalkotás (pásztázó letapogatók) *274*

2.2.- 9. ábra Soros letapogatók *275*

2.2.- 10. ábra Folyamatos képalkotás *275*

2.2.- 11. ábra Opto-elektrónikai radiométer (HRSC-ELV) *276*

2.2.- 12. ábra. Opto-elektrónikai radiométer (HRSC-ELV) felhasználása *277*

2.2- 13. Hiperspektrális műszerek elvi felépítése *278*

2.2.- 14. ábra Aktív lézer szkennerek I. *279*

2.2. -15 ábra Altív lézer szkennerek II. *279*

2.2.- 16. ábra Az információ-feldolgozás alapkérdései *281*

2.2.- 17. ábra Antropogén hatások vizsgálata távérzékelés segítségével *284*

2.2.- 18. ábra Antropogén formák fotointerpretációs vázlata *285*

2.2.- 19. ábra Talajtani adatgyűjtés távérzékelés segítségével 287
2.2.- 20. ábra Talaj-típusok és formák fotointerpretációs vázlata I. 288
2.2.- 21. ábra Talaj-típusok és formák fotointerpretációs vázlata II. 288
2.2.- 22. ábra Talaj-típusok és formák fotointerpretációs vázlata III. 289
2.2.- 23. ábra Növényzeti adatgyűjtés távérzékelés segítségével I. 290
2.2.- 24. ábra Növényzeti adatgyűjtés távérzékelés segítségével II. 291
2.2.- 25. ábra Növényzet-típus vizsgálat fotointerpretációs vázlata 292
2.2.- 26. ábra Növényzet-állapot vizsgálat fotointerpretációs vázlata I. 292
2.2.- 27. ábra Növényzet-állapot vizsgálat fotointerpretációs vázlata II. 293
2.2.- 28. ábra Növényzet mint indikátor (légszennyeződés-vizsgálat) 293
2.2.- 29. ábra Felszín alatti objektumok felderítésének indikátorai I. 295
2.2.- 30. ábra Felszín alatti objektumok felderítésének indikátorai II. 295
2.2.- 31. ábra Felszín alatti objektumok felismerésének adatgyűjtési lehetőségei 296
2.2.- 32. ábra Felszín alatti objektumok fotointerpretációs vázlata 297
2.3.- 1. ábra Térképi információk gyűjtése a környezet vizsgálatában 299
2.3.- 2. ábra Térképi információk a környezet vizsgálatában 301
2.3.- 3. ábra A domborzat jelentősége a környezet vizsgálatában 305
2.3.- 4. ábra A domborzat felmérése a környezet vizsgálatában 305
2.3.- 5. ábra A környezet-rekonstrukció műszaki alkalmazásai 307
2.3.- 6. ábra A környezet-rekonstrukció környezet-vizsgálati alkalmazásai 307
2.3.- 7. ábra A környezet-rekonstrukció térképi alapjai 308
2.3.- 8. ábra A környezet-rekonstrukció egyéb alapadatai 309
2.3.- 9. ábra Az optikai szintezés elvi vázlata 311
2.3.- 10. ábra A tachimetria elvi vázlata 311
2.3.- 11. ábra A GPS felmérés elvi vázlata 312
2.4.- 1. ábra A KDD lépései 314
2.4.- 2. ábra KDD piramis 314
2.4.- 3. ábra Adatbányászati feladatok 316
2.5.- 1. ábra TCP/IP átviteli rendszer 318
2.5.- 2. ábra Modem alkalmazási lehetőségei I. 321

2.5.- 3. ábra Modem alkalmazási lehetőségei II. 321

2.5.- 4. ábra LAN (helyi hálózatok) 324

2.5.- 5. ábra Földi vezetéknélküli rendszerek 325

2.5.- 6. ábra GEO műholdak 330

2.5.- 7. ábra A műholdak geostacionárius pályára állítása 331

2.5.- 8. ábra Alacsony pályás műholdak (LEO-MEO) 332

2.8.- 1. ábra DVD-k regionális lehatárolására használt kódok 345

3.1 - 1 ábra Egy zambiai rézpala-vonulat kibúvása a környékén levő mocsaras területekkel és az azokból induló vízfolyásokkal. 351

3.1.1 – 1. ábra: Rajz és fénykép (szelvény-nézet) ugyanarról a feltárásról: diapírszerkezet (kúp alakú redő) laminites gipszben az alsótelekesi gipszbányában. 354

3.1.1 – 2. ábra: Földrajzi irányok 355

3.1.1 – 3. ábra: A sztereografikus (felül) és a Lambert-vetület (alul) 358

3.1.1 – 4. ábra: Két sík ábrázolása sztereogramon főkörökkel és pólusokkal, az általuk bezárt szög és met 359

3.1.2.2 – 1. ábra: A Nap nagy felbontású színképe; a teljes színkép egymás alá vágott sávokban látható. 361

3.2.3 – 1. ábra: Schlumberger elektróda-elrendezés, a szelvény mentén mérhető látszólagos fajlagos ellenállás képe 368

3.2.4 – 1. ábra: a GP jelenség szemléltetése 371

3.2.7 – 1. ábra: Az SP áramok eloszlása és a kialakuló sztatikus és a tényleges SP jel [Csókás J., 1989] 375

3.2.8 - 1. ábra: Gradiens (balra) és potenciál (jobbra) szondaelrendezések [Csókás J., 1989] 376

3.2.9 - 1. ábra: Homokos-agyagos összlet minta-rétegsora [Szilágyi E., Kiss B., 1976] 378

3.2.9 - 2. ábra: A hőmérséklet és a gradiens szelvény sémája jó és rossz hővezető képződmény esetén [Csókás J., 1989] 379

3.2.10 - 1. ábra: A mérnökgeofizikai szondázás berendezései [Fejes I., 1996] 380

3.2.10 - 2. ábra: Szondázási regisztrátum részlet (ELGI, 1992) 382

3.2.11 - 1. ábra: Mágneses gradiens térkép egy lerakó felett (Tóth A., Szabó I. 2003.) 383

3.2.11 - 2. ábra: VESZ mérésből, majd az azt követő adatfeldolgozásból nyert földtani-geofizikai szelvény (Tóth A., Szabó I. 2003.) 383

3.3.2 – 1. ábra. Mérési jegyzőkönyvek, feljegyzések, dokumentálás készítési módjai 387

3.3.3 - 1. ábra. A meteorológiai megfigyelő rendszer részei [Szász-Tőkei, 1997 nyomán]..... 389

3.3.3 - 2. ábra. Nemzetközi kapcsolatú földi radarállomás-rendszer 390

3.3.3 - 3. ábra. A Kárpátalján 2003-ban megvalósult vízrajzi távmérő rendszer állomásai [Lucza, 2005] 391

3.3.3 - 4. ábra. Egy hazai távadatmérő rendszer felépítése 2005-ben [Lucza, 2005]..... 391

3.3.3 - 5. ábra. Nemzetközi hidrológiai mérőrendszer 392

3.3.3 – 6. ábra. Tisza Técső vízrajzi-vízminőségi- és Huszt-Tiszakirva vízrazi távmérő állomás [Lucza, 2005] 393

3.3.3 – 7. ábra. Monitorállomás kívül-belül (Szamos - Csenger és Berettyó – Pocsaj)..... 393

3.3.3 - 8. ábra. Az információáramlás megoldása 394

3.3.3 - 9. ábra. A Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer felszín alatti vizek vizsgálatára..... 395

3.3.3 - 10. ábra. Az államhatárral osztott Szamos-vízgyűjtő törmelékes összletében mozgó felszín alatti víz összehangolt vizsgálatára alkalmas figyelőkútjai (NATO SQUASH-projekt)..... 396

3.3.4 - 1. ábra. Helyszínen megszerezhető, jellemző vízminőségi adatok..... 397

3.3.4 – 2. ábra. Helyszínen megszerezhető, jellemző kútadatok 397

3.3.4 – 3. ábra. Helyszínen megszerezhető, egyedi árvízszintek 398

3.3.4 – 4. ábra. Helyszínen megszerezhető, egykori vizekre utaló információk..... 398

3.3.5 – 1. ábra. Árvíz és árvíznyom 399

3.3.5 – 2. ábra. Kémiai és fizikai szennyezés, vízbiológiai szennyezés 399

3.3.5 – 3. ábra. Maximális vízszint nyoma; a víztározóban víz alatt is történik erózió..... 400

3.3.5 - 4. ábra. Hidrometeorológiai állomás 401

3.3.5 – 5. ábra. Hidrometeorológiai elemek mérése hidrometeorológiai állomáson..... 401

3.3.5 – 6. ábra. A levegő sugárterhelését mérőállomás, mellette talajvíz megfigyelő kutak..... 402

3.3.5 - 7. ábra. A Boreas-típusú földi (hidro)meteorológiai megfigyelő rendszer részei..... 402

3.3.5 – 8. ábra. Higanyos és borszeszes állomáshőmérők; digitális elektromos hőmérő 403

3.3.5 – 9. ábra. Nyílt vízfelszín és növényzettel borított vízfelszín párolgásának mérése [Almássy, 1997] 406

3.3.5 – 10. ábra. Higanyos talajhőmérők [Almássy, 1997]..... 406

3.3.5 – 11. ábra. Időjárási helyzet földi és légi radarok alapján (A b. ábrán a Katrina hurrikán sebességének megoszlása látható) 407

3.3.5 - 12. ábra. Csapadékmegoszlás feltérképezése földi radarrendszerrel (A térkép egy kevéssé csapadékos időszakot ábrázol.) 408

3.3.5 – 13. ábra. Csapadékmérő (ombrométer) és mechanikus csapadékíró (ombrográf)..... 409

3.3.5 – 14. ábra. Hóvastagság és sűrűségmérő [Amássy, 1997]; a Boreas meteorológiai megfigyelő rendszer adatáramlási sémája..... 410

3.3.5 – 15. ábra. Vízszint meghatározására szolgáló függőleges és rézsűben elhelyezett lapvízmércék..... 411

3.3.5 – 16. ábra. Vízszint meghatározására szolgáló Dataqua 2002 mérőműszer; kézi, ellenőrző vízszintmérés megfigyelő kútban..... 411

3.3.5 – 17. ábra. Vízmélység és iszapvastagság meghatározása szondarúddal..... 412

3.3.5 – 18. ábra. Szelvényfelvétel szondarúddal és úsztatásos vízsebesség mérés..... 413

3.3.5 – 19. ábra. Műszeres vízsebességmérés és köbözéses vízhozammérés..... 413

3.3.5 – 20. ábra. Vízhozammérés lineáris bukóval, köbözéssel..... 413

3.3.5 – 21. ábra. Ultrahangos vízhozam mérő berendezések csővezetékre..... 414

3.3.5 – 22. ábra. Talajvízben és bánya légterében lévő radon aktivitáskoncentrációjának folyamatos mérése..... 415

3.3.5 – 23. Vizek radon aktivitáskoncentrációjának mérése LR-115 szilárdtest nyomdetektoros technikával; barlangi csepegő vizek mérése..... 416

3.3.5 -24. ábra. Forrásvíz zavarosságának vizsgálata a csapadékkal és a karsztvízszinttel..... 418

3.3.5 – 25. ábra. Depresszió létrehozása nyomjelzési céllal..... 419

3.3.5 – 26. ábra Víznyomjelzések Létrás környékén (File, 2004)..... 420

3.3.6 – 1. ábra. Mérésre előkészített vízszintmérők; szokatlan elszíneződés a szondafejen..... 422

3.3.6 – 2. ábra. Folyamatosan mérő-rögzítő mérőműszer elhelyezési sémája..... 427

3.3.6 - 3. ábra. GSM adat továbbító rendszer..... 430

3.3.6 – 4. ábra. Eijkelkamp DIVER® mérő-adatgyűjtő (TD) és mérőrendszer..... 431

3.3.6 – 5. ábra. Eijkelkamp DIVER® mérő-adatgyűjtő (TD, ill. CTD) és mérőrendszer és kiolvasó egységei..... 432

3.3.6 – 6. ábra. Eijkelkamp DIVER® (TD) és Baro-Diver mérő-adatgyűjtő, interfész, PC, valamint Diver-Mate kiolvasó mérőrendszer..... 433

3.3.6 –7. ábra. Mérés (adatkinyerés) zuhogó esőben és napsütésben..... 434

3.3.6 –8. ábra. Mérési (adatkinyerési) file-k és a konvertált (alapfeldolgozott)..... 434

3.3.6 – 9. ábra. A konvertált (alapfeldolgozott) és a célfeldolgozáson átesett adatok rendszere..... 435

3.3.6 - 10. ábra. A DATAQUA 2002 műszer adatai gépi kódban (ezt kell konvertálni)..... 436

3.3.6 - 11. ábra. A konvertált (alapfeldolgozott), 15 perces gyakorisággal mért táblázatos adatok excel-formátumban 436

3.3.6 - 12. ábra. A napi átlagok ábrázolása grafikusan 437

3.4 – 1. ábra: TIM pontok 442

3.4 – 2. ábra: Talaj-laboratórium vizsgálati rendje 450

3.4 – 3. ábra: A TIM adatkezelés nyitó oldala 451

3.4 – 4. ábra: ATIM pontok mérési eredményei 452

3.5..2– 1. ábra: Leggyakoribb légszennyezők megoszlási arányai[15] 456

3.5.4 – 1. ábra: Az országos mérőhálózat pontjai [16] 459

3.5.7 – 1. ábra: A szilárd és gáznemű légszennyezők mintavételi módszerének vázlata 464

3.6.1 – 1. ábra Rádiós helymeghatározás alapelve 470

3.6.2 – 1. ábra GLONASS rendszer tájékoztató anyaga 472

3.6.3 – 1.ábra GPS helymaghatározás alapelve 474

3.6.3 – 2. ábra Kódösszehasonlítás alapelve 475

3.6.3 – 3. ábra Órahiba elvi megjelenítése 475

3.6.6 – 1. ábra RTK (fent) és DGPS (lent) szolgáltatás hazánkban 2012-ben (forrás: www.gnssnet.hu) 482

3.6.7 – 1. ábra Az ArcPad Studio kezelőfelülete 487

3.6.7 – 2. ábra Az applet eszköztára és az adatfelvevő űrlap egy oldala 488

4.1.2 - 1. ábra. Egy mért valószínűségi változó (n adat) empirikus eloszlásfüggvénye. 495

4.1.2 - 2. ábra. A Miskolc-Tapolcán található Termál-forrás hőmérséklet adatainak (n=600) hisztogramja. 496

4.1.2 - 3. ábra. A lognorm szupermodell különböző sűrűségfüggvényei. 498

4.1.2 - 4. ábra. Típus meghatározás Gauss valószínűségi papír segítségével. 499

4.1.4 - 1. ábra. A „Box-Whisker” diagram típus főbb statisztikai elemei. 502

4.1.5 – 1. ábra. A legkisebb négyzetes és az MFV regresszió gyakorlati alkalmazása. 504

4.2 - 1. ábra. Egy mért idősor auto-kovariancia függvénye. 506

4.2 - 2 ábra. Különböző helyeken mért vízszint idősor adatok ábrázolása 507

4.2 - 3. ábra. A „Box-Whisker” diagram alkalmazása idősorok elemzésére. 508

4.2 - 4. ábra. Regressziós vizsgálat alkalmazása idősorok elemzésére. 508

4.2 - 5. ábra. Összefüggés az időtartománybeli és a frekvencia tartománybeli jelek között a diszkrét Fourier transzformáció alkalmazása esetében 510

4.2 - 6. ábra. Összefüggés az időtartománybeli és a frekvencia tartománybeli jelek között a diszkrét Fourier transzformáció alkalmazása esetében 511

4.2 - 7. ábra. Egymástól távol eső bükki karsztvízszint idősorok frekvencia tartománybeli amplitúdó spektruma 511

4.3 - 1. ábra. A félvariogram irányfüggése anizotróp környezeti paraméter esetében. 513

4.3 - 2. ábra. A kovariancia meghatározása félvariogram segítségével. 514

4.4 - 1. ábra: A kockázat fogalmának három szükséges összetevője [Health Canada, 1993] 518

4.4.1 - 1. ábra: A kockázatfelmérés eljárás lépései és azok fő feladata 522

4.4.1 - 2. ábra: A kockázatfelmérés összetettségét meghatározó tényezők [Health Canada, 1993] 525

4.4.2 - 1. ábra: Szennyezők szűrésének logikai váza [Health Canada (1993) alapján átdolgozva] 527

4.4.2 - 2. ábra: Felszíni befogadók és mederüledékek vizsgálata terjedési útvonal meghatározása céljából [Health Canada, 1993] 528

4.4.2 - 3. ábra: A légkör, mint lehetséges expozíciós útvonal [Health Canada, 1993] 529

4.4.2 - 4. ábra: A talaj és felszín alatti víz, mint lehetséges expozíciós útvonal szűrése [Health Canada, 1993] 529

4.4.3 - 1. ábra: Egy pernyehányó kiporzás elleni védelmére használt gyógyszergyári szennyvíziszap kockázatfelmérésének koncepciós modellje 1-3 jelű expozíciós forgatókönyvekkel 530

4.4.1 - 1. ábra: Néhány tipikus környezeti expozíciós minta 534

4.4.4. - 2. ábra: A hatásviselő populáció és alcsoportjai 535

4.4.5 - 1. ábra: Nem karcinogén anyagok elvi dózis-hatás kapcsolata és jellemzői 538

4.4.5 - 2. ábra: Karcinogén anyagok dózis-hatás kapcsolata 539

4.4.7 - 1. ábra: A kockázatfelmérés iterációs megközelítése 545

5.1.1 - 1. ábra: Az M=1:100 000 EOTR szelvény beosztása 548

5.1.1 - 2. ábra: Az EOTR szelvényezése és számrendszere 549

5.1.1 - 3. ábra: M=1:10 000 EOTR szelvény 550

5.1.1 - 4. ábra: M=1:100 000 EOTR szelvény jelkulcs részlettel 551

5.1.1 - 5. ábra: M=1:100 000 agrotopográfiai szelvény a termőhelyi talajadottságokkal 559

5.1.1 - 6. ábra: M=1:100 000 agrotopográfiai szelvény a meteorológiai adottságokkal 560

5.1.1 - 7. ábra: A Gauss-Krüger vetület szelvénybeosztása (M=1:25-50-100-200000)..... 563

5.1.1 -8. ábra: Az 1:100 000 méretarányú Gauss-Krüger szelvények nemzetközi és magyar polgári célú jelölése (Bácsatyai)..... 565

5.1.1 - 9. ábra: Részlet az MH Térképész Szolgálat honlapjáról (topográfiai térképek)..... 569

5.1.2-1. ábra: Részlet az Országos Térinformatikai adatbázisból I..... 569

5.1.2.-2. ábra: Részlet az Országos Térinformatikai adatbázisból II. 570

5.1.2-3. ábra: A felszínborítási adatbázis létrehozása (Büttner, 1997) 572

5.1.2-4. ábra: Részlet a CORINE Land Cover Magyarország felszínborítási adatbázisának feldolgozásából (Űrfototérkép --> tematikus térkép) 573

5.1.2-5. ábra: A DTA-100 M=1:100 000 méretarányú síkrajzi és vízrajzi fedvények vektoros állománya DGN formátumban, részlet az EOTR 13. szelvényből..... 577

5.1.2-6. ábra: A DTA-100 M=1:100 000 méretarányú domborzati fedvények vektoros állománya DGN formátumban , részlet az EOTR 54. szelvényből..... 578

5.1.2-7. ábra: Részlet a DTA 50-ből 579

5.1.2-8. ábra: A DDM-10 digitális domborzatmodell feldolgozása I..... 579

5.1.2-9. ábra: A DDM-10 digitális domborzatmodell feldolgozása II. 580

5.1.2-10. ábra: Tengerszint feletti magasság..... 580

5.1.2.-11. ábra: Lejtőkategória térkép 581

5.1.2.-12. ábra: Részlet az MH Térképész Szolgálat honlapjáról (digitális adatállományok)..... 584

5.1.2-13. ábra: Részlet a GPSINF, az Országos GPS Hálózat pontjainak adatbázisából..... 585

5.1.2-14. ábra: Magyarország természetvédelmi oltalom alatt álló területei 587

5.1.2-15. ábra: Nemzetközi jelentőségű madárlelőhelyek..... 587

5.1.2-16. ábra: Natura 2000 területek 588

5.1.2-17. ábra: Magas Természeti Értékű mezőgazdasági területek 588

5.1.2-18. ábra: Részlet az AGROTOPO-ból, Magyarország genetikus talajtípusai 590

5.1.2-19. ábra: Részlet az AGROTOPO-ból, Magyarország talajainak fizikai félesége..... 591

5.1.2-20. ábra: Részlet a Kreybig-féle reambulált digitális adatbázisból 592

5.1.2-21. ábra: Talajszelvényekhez tartozó attributív adatok 593

5.1.2-22. ábra: A Dévaványa környéke ÉTT mintaterület talajának fizikai tulajdonságai 593

5.1.2-23. ábra: A Dévaványa környéke ÉTT mintaterület talajának kémiai tulajdonságai..... 594

5.1.2-24. ábra: Részlet a Géczi-féle talajtérképből *594*
5.1.2-25. ábra: Üzemi talajtérkép tábla szintű adatbázissal I. *595*
5.1.2-26. ábra: Üzemi talajtérkép tábla szintű adatbázissal II. *596*
5.2-1. ábra Példa az ArcView képernyőképére *599*
5.2.1-1. ábra Rétegrend nézet az ArcView-ben *601*
5.2.1-2. ábra ArcView adatkezelő felülete I. *602*
5.2.1-3. ábra ArcView adatkezelő felülete II. *603*
5.2.1-4. ábra ArcView adatkezelő felülete III. *603*
5.2.2-1. ábra Vízbázisvédelmi Információs Rendszer nyitóképernyője *605*
5.2.2-2. ábra VIR adatrögzítő képernyője I. *606*
5.2.2-3. ábra VIR adatrögzítő képernyője II. *607*
5.2.2-4. ábra VIR adatrögzítő képernyője III. *607*
5.2.2-5. ábra VIR termelési adatok I. *608*
5.2.2-6. ábra VIR termelési adatok II. *609*
5.2.2-7. ábra VIR termelési adatok III. *610*
5.2.2-8. ábra VIR termelési adatok IV *610*
5.2.2.-9. ábra VIR vízbázis adatlap *611*
5.2.2-10. ábra VIR Lerakók adatlap I. *612*
5.2.2-11. ábra VIR Lerakók adatlap II. *612*
5.2.2-12. ábra VIR Lerakók adatlap III. *613*
5.2.2-13. ábra VIR Lerakók adatlap IV. *614*
5.2.2-14. ábra VIR Lerakók adatlap V. *614*
5.2.2-15. ábra VIR Lerakók adatlap VI. *615*
5.2.2-16. ábra VIR kimutatások *615*
5.2.2-17. ábra VIR összesítő jelentés *616*
5.2.2-18. ábra VIR határérték túllépések jelentés *616*
6.1.2 – 1. ábra A zárt rendszer modellje [3] *628*
6.1.2 – 2. ábra A körforgási modell [3] *629*
6.1.3 – 1. ábra: A hulladékgazdálkodás irányítása az országos hierarchiában *630*
6.1.3 – 2. ábra: A HIR felépítése *631*

6.1.3 – 3. ábra: Xilol emissziós térkép az OKIR-ból 632

6.1.3 – 4. ábra: Hulladék nyilvántartási kör 634

6.1.3 – 5. ábra: Telephelyi adatszolgáltatás nyomtatvány és elektronikus adatszolgáltatás file (részlet) 636

6.2.1 – 1. ábra. A légkör termikus egyensúlyi állapota 643

6.2.1 - 2. ábra. Jellemző füstszázló alakok stabil, semleges és labilis légállapot esetén 644

6.2.1 - 3. ábra. Különleges légállapotban létrejövő füstszázló alakok 645

6.2.3 - 1. ábra. Szélirány gyakorisági diagramm 651

6.2.3 - 2. ábra. A terjedési felhő ábrázolása meghatározott meteorológiai viszonyoknál 652

6.2.3 - 3. ábra. A terjedési felhő két különböző meteorológiai viszony között 653

6.2.3 - 4. ábra. A domborzati modellen a terjedési felhő ábrázolása látható 653

6.2.3 - 5. ábra. Példa az ISCLT alkalmazására 654

6.3.1 - 1.ábra: Nyílt és zárt tükrű vízadók nyomásviszonyai 657

6.3.1 - 2. ábra: A közönséges diffúzió folyamata (BEAR-VERRUIJT, 1987) 660

6.3.1 - 3. ábra: A hidrodinamikai (mechanikai) diszperziót előidéző jelenségek (BEAR-VERRUIJT, 1987) 660

6.3.1 - 4. ábra: Szennyezőanyag makrodiszperziójának kialakulása (KINZELBACH, 1986) 661

6.3.1 - 5. ábra: A Langmuir és a Henry (a), továbbá a Freundlich (b) izoterma alakja 662

6.3.2 – 1a. ábra: A hidrodinamikai számítás folyamata 663

6.3.2 - 1.b ábra: A transzport-számítás folyamata 664

6.3.3 - 1. ábra: A modellezési munkafolyamat 668

6.3.3 - 2. ábra: Négy rétegből álló rendszer véges differencia elemekre bontása (CHIANG és KINZELBACH, 2001) 670

6.3.3 - 3. ábra: Strassbourg környékén bekövetkezett szennyeződés modellezésénél használt végeselem-háló (VOGT, 1993.) 671

6.3.5 - 1. ábra: A résfallal határolt lerakó környezetében kialakuló, hidraulikai szempontból normális és veszélyes üzemi állapotok (Kovács - Szabó, 1995.) 677

6.3.5 - 2. ábra: A résfallal határolt tárolótér környezetében kialakuló szivárgási tér hidroizohipszái, valamint a tárolófenéken keresztül szivárgóba jutó víz hozama (Normál üzemállapot) (Kovács - Szabó, 1995.) 678

6.3.5-3. ábra: A résfal sérülésének helye, valamint a hibás résfalszakaszon kilépő vízhozam nagysága a sérült szakasz szivárgási tényezőjének függvényében (Kovács - Szabó, 1995.) 679

6.3.5 - 5. ábra: Kutakkal és szivárogtató övárokkal történő mentesítés depressziótérének térbeli képe, illetve a galériával történő mentesítés során kialakuló vízdomborzat izovonalas térképe (Kovács - Szabó, 1994.) *681*

6.3.5 - 6. ábra: A vizsgált terület térképe és a modellezett terület a számításhoz alkalmazott rácshálóval és a felszíni vizeket szimuláló elemekkel *682*

6.3.5- 7. ábra: A számított depressziók a kutak közelében és az 50 éves elérési időkhöz tartozó áramvonalak *683*

6.3.5 - 8. ábra: A számított áramvonalak térbeli alakja és az 5 és 50 éves elérési időkhöz tartozó felszíni izokrón görbe *683*

6.3.5- 9. ábra: Az áramvonalak alakjának függése az utánpótlódási viszonyoktól a Felsődobszai Vízmű környezetében (GÁMA-GEO, 2002) *685*

6.3.5 - 10. ábra: A vizsgált töltőállomás és a Vízműtelep területe *686*

6.3.5 - 11. ábra: A kezdeti és a 20 év elteltével számított benzol és összes alifás szénhidrogén koncentrációk (GÁMA-GEO, 2006) *687*

7.1.2-1. ábra E-önkormányzat GIS-nek felépítése *708*

7.1.2-2. ábra Mérőrendszer adatkapcsolati példája *709*

7.2.3 – 1. ábra: A Leopold-féle hatásmátrix *738*

7.2.3 - 2. ábra. A Leopold-féle hatásmátrix egy elemének részletesebb kibontása *739*

7.2.3 - 3. ábra. A hatások időbeli változásának jelölése a Leopold-féle hatásmátrixban *740*

7.2.3 - 4. ábra. Példa a környezet egyes elemei közötti kölcsönhatások rendszerdiagramjára *741*

7.2.3 - 5. ábra. Példák a vizsgált környezeti tényező (a, b, c) számszerűsített jellemzője és a környezeti minőséget jellemző szám közötti függvénykapcsolatra *742*

7.2.4 – 1. ábra: Légi felvételek és diagramok, forrás: http://www.hidrotanszek.hu/ *743*

7.2.4 – 2. ábra: 3D-s felületmodell, geológiai térkép és szeizmikus vonalak szuperpozíciója *744*

7.2.4 – 3. ábra: Képfeldolgozás: osztályozás és hisztogram, forrás: http://www.agt.bme.hu/tutor_h/idrisi/improc5a.htm *744*

7.2.4 – 4. ábra: Képfeldolgozás: Űrfelvétel színkompozit a Szigetközről, forrás: FÖMI *745*

7.2.4 –5. ábra Színnel kitöltött vektor térkép: nyilvántartási térkép DatView-ban, forrás: Földhivatal, Győr *745*

7.2.4 – 6. ábra: Tematikus térkép: szennyeződés érzékenység, forrás: http://www.kvvm.hu/ *746*

7.3.1-1. ábra A környezet a vállalt szemszögéből (Bulla, 2003) *748*

7.3.2 - 2. ábra Az előzetes környezeti felmérés áttekintése *750*

7.3.3 – 1. ábra: Az auditálás lépései *768*

Táblázatjegyzék

1.7.3.- 1. táblázat Összefoglaló információk a különböző képi adatok költségeiről és lehetőségeiről *202*

2.2.- 1. táblázat Az antropogén vizsgálatoknál használható fotóinterpretációs elemek *286*

2.2.- 2. táblázat Az talajvizsgálatoknál használható fotóinterpretációs elemek *287*

2.2.- 3. táblázat A növényzetvizsgálatoknál használható fotóinterpretációs elemek *294*

2.5.- 1. táblázat A szabványos osztályok az alábbi táblázatban láthatóak *328*

2.6.- 1. táblázat Teljes, időszaki mentésre leggyakrabban használt eszközök összehasonlítása *335*

2.8.- 1. táblázat Elterjedtebb mozgókép formátumok összehasonlítása *342*

3.1 – 1. táblázat Az „Ibériai Piritöv" két, Huelvánál együtt a tengerbe ömlő folyójának, a Tintónak és az Odielnek a vízminőség-adatai az összefolyás előtt *350*

3.1.2.4 – 1. táblázat: kormeghatározásra használható radioaktív bomlási sorok *364*

3.3.1 - 1. Táblázat A Föld vízkészlete *384*

3.4 - 1. táblázat: A TIM mérőhálózatában meghatározásra kerülő talajtulajdonságok *444*

3.4 - 2.táblázat: A TIM országos törzs-mérőhálózatában meghatározásra kerülő talajtulajdonságok és azok értékeinek adatbázisba vitelének módja. *448*

3.5.2 - 1.táblázat . A különböző iparágak által kibocsátott légszennyezők *457*

3.6.- 1. táblázat Az abszolút meghatározást terhelő hibahatások (HDOP=2; VDOP=2,5) *477*

3.6.7 – 1. táblázat Mobil GIS alkalmazások *485*

4.1.1 - 1. táblázat Medián számítás példatáblája I. *491*

4.1.1.-2. táblázat Medián számítás példatáblája II. *492*

4.4 – 1. táblázat Környezeti ártalmak csoportosítása és jellemző előfordulásuk típusa *518*

4.4.1 – 2. táblázat A determinisztikus/stochasztikus eljárás alkalmazásának kritériumai *525*

4.4.4 - 1. Táblázat Biohányad értékek néhány vegyület talaj dermális expozíciója során (USEPA, 1990) *533*

4.4.7 - 1. Táblázat HRQ egészségkockázati hányados értéke szerinti minősítés *542*

4.4.7 – 2. táblázat Néhány esemény halálozási kockázata az Egyesült Államokban egy évre viszonyítva *543*

5.1.2-1. táblázat A kidolgozott CORINE adatbázisok néhány jellemzője *576*

6.1.1 – 1. táblázat A hulladékjegyzék alcsoportjai (példa) *621*

6.1.1 – 2. táblázat: Kiegészítő lista *621*

6.1.1 - 3. táblázat A hulladékok csoportosítása 622

6.1.1 – 4. táblázat A települési hulladékok csoportosítása 623

6.1.2 – 1. táblázat a Magyarországon évente keletkező hulladék mennyisége [3] 626

6.1.3 – 1. táblázat: Veszélyes hulladék évenkénti bontásban 1996 – 2003. évben [5] 637

6.1.3 – 2. táblázat Az 1996. évi veszélyes hulladékok mennyisége régiós, megyei és nemzetgazdasági ág bontásban [5] 637

6.1.3 – 3. táblázat: 1996. évi veszélyes hulladék főcsoport bontásban 638

6.2.3-1. táblázat Levegőminőségi modellek 649

1. TÉRINFORMATIKAI ISMERETEK

1.1. TÉRKÉPÉSZETI ALAPISMERETEK

1.1.1. A térkép fogalma

A földrajzi helyhez köthető adatok megjeleníthetők leíró módon, szöveges formában - több oldalon keresztül; táblázatokban, számok sokaságával; grafikonok és térképek alkalmazásával, analóg és digitális módon egyaránt. Ezen megjelenítési módszerek közül a leginformatívabb közlési forma a térkép.

Az ember örök vágya a világ megismerése. Ennek egyik megközelítési módja a térképi ábrázolás. A térkép segítségével modellezzük a valóságot. Valószínűleg olyan mértékig vagyunk képesek megismerni világunkat, amilyen módon képesek vagyunk azt visszatükrözni, a térképeken ábrázolni. Minden hiányossága ellenére a térkép az egyik legobjektívebb ábrázolási formánk. Hamvas Béla író, filozófus (1897-1968) szép meghatározása szerint: „A térkép megkísérli a teret és a helyet egzaktul egy nevezőre hozni, olyan egyezményes jelekkel, ahogy a hangjegy egzaktul leírja a zenét. A térkép mindenesetre a civilizáció három legnagyobb alkotása közül az egyik, mert geometrizálni tudja a helyet”.

Az ember ősidők óta törekszik arra, hogy megismerje és valamilyen formában megörökítse környezetét. Az első - agyagba, sziklába vésett, fába faragott vagy rénszarvasbőrbe, papiruszra rajzolt - ábrák tanúsítják, hogy az embereknek már több ezer évvel ezelőtt is szükségük volt az általuk ismert világban történő tájékozódáshoz a környezetüket átfogóan bemutató rajzokra, vázlatokra.

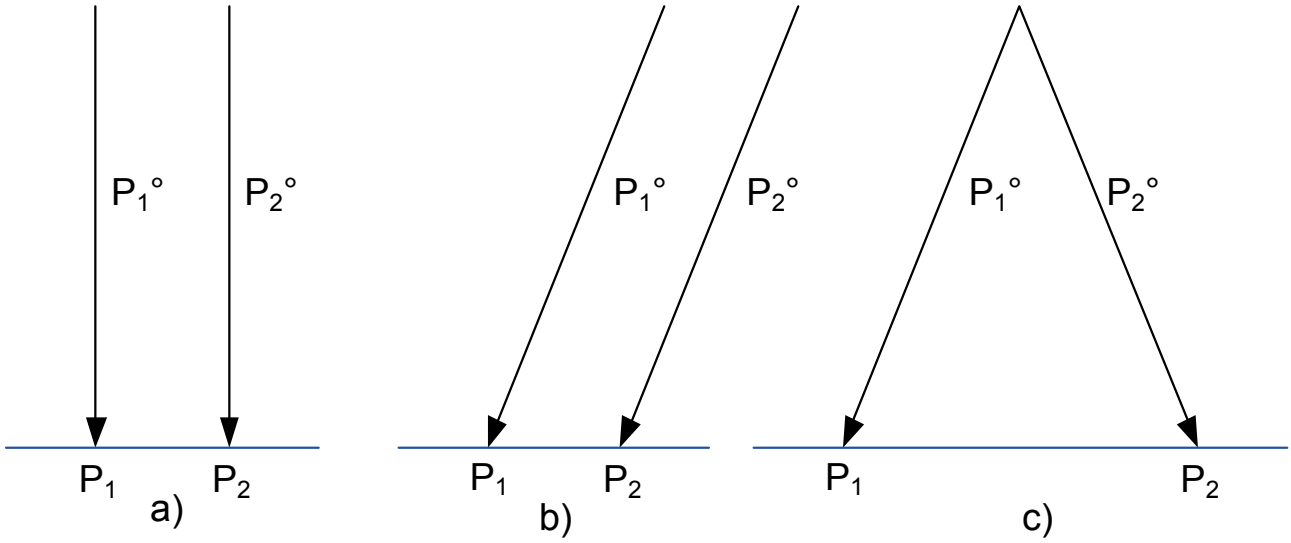
A természeti népek élelemszerző útjaikon részletesen bejárták lakóhelyük környékét. A megismert terület nagyságát a csoport életformája, létszáma, a terület földrajzi sajátosságai határozták meg. A trópusi, őserdei gyűjtögető népek megélhetési körzete például 80-100, a sarkvidéki területek vadászó-halászó népeinek élelemszerző területe 300-500 km átmérőjű terület volt. Az eltévedés, a törzstől való elszakadás egyenlő volt a pusztulással, ezért létszükséglet volt környezetük ismerete.

A nagy felfedezések történetéből tudjuk, hogy a természeti népek játszi könnyedséggel rajzolták le környezetük vázlatát. Óceánia népei például a csillagokra támaszkodva tájékozódtak, főleg éjjel hajóztak. A megtett utat végig énekelték és az énekek száma alapján tudtak úthosszat, sebességet mérni. Csillagtérképet készítettek.

Az ember ma már a műholdak segítségét is felhasználja a térkép készítéshez. Az egyre jobban táguló környezet térbeli sajátosságainak átfogó bemutatására, változatainak rögzítésére az egyik legalkalmasabb ábrázolási forma a térkép.

A térkép a Földön és más égitesten vagy a világűrben található természeti és társadalmi jellegű tárgyak, jelenségek vagy folyamatok méretarány szerint kicsinyített, generalizált, magyarázó ábrázolása a síkban. A felszín elemeit ortogonális vetítéssel (párhuzamos és a képfelületre merőleges vetítősugarakkal) alaprajzszerűen vagy egyezményes jellel ábrázolja (1.1.-1. ábra). A

térkép mindig egy adott cél (pl. tájékoztatás, nyilvántartás, tudományos eredmények rögzítése) érdekében felméréssel, vagy már meglevő térképek feldolgozásával szerkesztéssel készül.



1.1.-1. ábra: Vetítési módok (ortogonális, klinogonális és centrális)

1.1.2. A térkép ismérvei

A méretarány

A térkép a földfelszínt arányosan kicsinyítve ábrázolja.

A kicsinyítés mértékét fejezi ki a méretarány, amely azt jelöli, hogy a térképen mért hossz, hányadrésze a terepen mért távolság vízszintes vetületének. A méretarányt (M) tört alakban szokás felírni: ahol m a méretarány szám.

$$méretarány(M) = \frac{térképihossz}{vetületihossz} = \frac{1}{m} = 1:\mathrm{m}$$

Ez az arányszám valamely térképen pontról pontra és egy pontban is iránytól függően változik, vagy változhat, mivel a térképi ábrázoláskor a gömb alakú földfelszín csak helytől és iránytól függő torzulásokkal tudjuk ábrázolni. Egy térkép mértékaránya tehát a térképen csak bizonyos helyeken (irányokban) fejezi ki a kicsinyítés pontos értékét (pl. meridiánok mentén, Egyenlítőn). Ezért a méretarány általánosabb, az egész térképen érvényes definíciója: a méretarány a térkép hossztartó vonalain mért távolságnak és a valódi redukált vízszintes távolságnak a hányadosa.

Minél nagyobb a méretarányszám, annál nagyobb földfelszíni hosszúságot kell a térképen egy centiméterrel bemutatni. A méretarány a térképnek a legfontosabb, mindig feltüntetendő adata és jellemzője. A méretet arány formájában adják meg. Például 1:1O OOO. Ez azt jelenti, hogy a térkép egy centimétere a valóságban 1O OOO cm, (azaz 1OO méternek) felel meg.

Minél kisebb a méretarány nevezője, annál nagyobb lesz a térképen az ábrázolt tereptárgy mérete. Éppen ezért a térképen összehasonlításnál azt a térképet nevezzük nagyobb méretarányúnak, amelynek kisebb a nevezője, kisebb a méretaránysszáma.

A generalizálás (térképi általánosítás)

A legrészletesebb felvételezéssel készült térkép sem tudja a valóság minden apró részletét visszaadni, a térkép befogadóképessége korlátozott. A térkép befogadóképességének nevezzük egy térkép maximális információmennyiségét, amelyet a méretarány, az ábrázolási mód és a kivitelezési technológia szab meg. Korlátozott az emberi látóképesség is, így a rajzméreteket minimalizálni kellett. Az olvashatósági határok

- mértani jelek esetén: 0,3 X. 0,3 - 0,5 X. 0.5 mm,
- vonalaknál: 0,1 mm,
- a rajzi térköz: 0,15 mm.

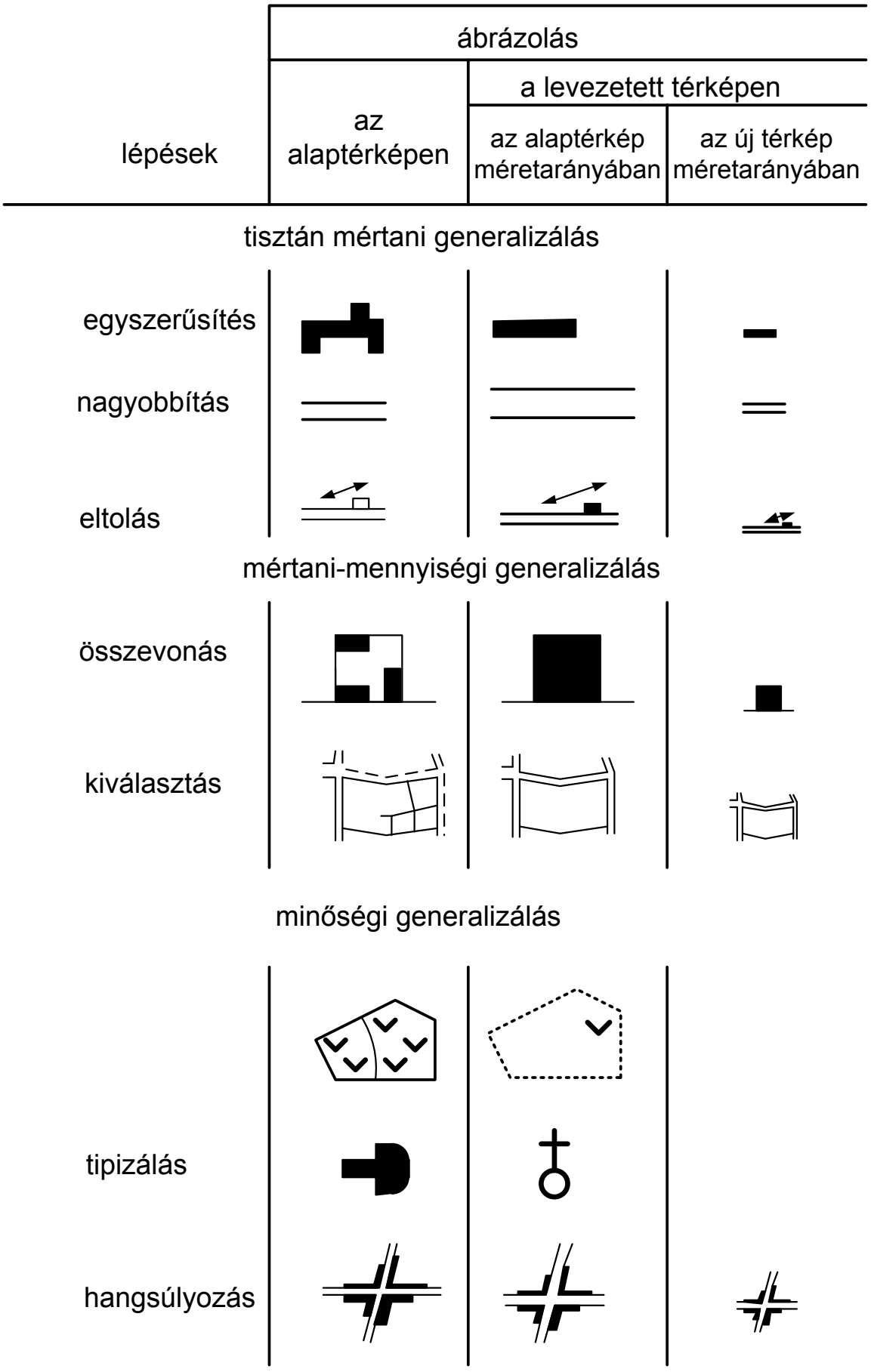
A kicsinyítés következtében a térkép a környezetet egyszerűsítve ábrázolja. A generalizálás lényege, a lényeges alátámasztása. A generalizálás a térképtervezés alapproblémája. A cél az, hogy a térkép rendeltetése szempontjából a legjellemzőbbeket ábrázolja. Ennek elérése érdekében a térképész a méretarány csökkenésével szűrősorozatot alkalmaz. A méretarány kisebbedésével egyre több részletet kell elhagyni, vagy összevonni, és csak a lényeget, a tájékozódást legjobban elősegítő elemeket lehet bemutatni, a legjelentősebbeket kiemelve. A tereptárgyak határoló vonalainak alakja (pl. házak alaprajza, utak vonalai stb.) az ábrázolás során egyszerűsödik.

A térkép rendeltetése meghatározza, hogy a tereptárgyak közül melyeket kell ábrázolni. Más-más tereptárgyat ábrázol pl. a földnyilvántartási és az autótérkép. A kataszteri térképek célja a földtulajdonok pontos, terület szerinti nyilvántartása. Az autótérképek szerkesztésénél elsőrendű követelmény az utak helyének, hosszának, állagának ábrázolása és az autóval közlekedők részére szükséges információk rögzítése. A terep földrajzi sajátosságai következtében a különböző típusú területeken a táj azonos objektumainak jelentősége eltérő lehet. Pl. sivatagi területeken minden vízszerzési lehetőséget ábrázolni kell, ugyanakkor turistatérképeinken sokszor szükségtelen az összes kút és forrás ábrázolása.

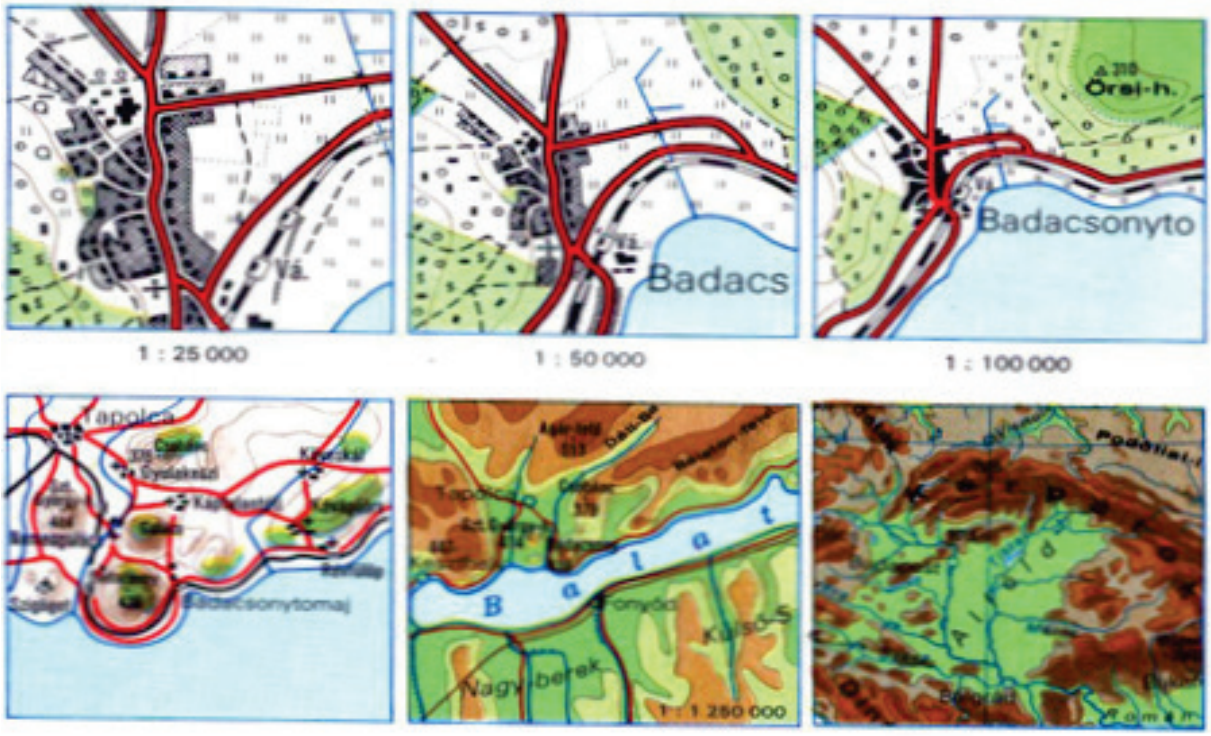
A generalizálás legfontosabb lépéseit a 1.1.- 2. ábra foglalja össze. A térkép műszaki minőségét a helyzet tekintetében elsősorban az eltolás helyes alkalmazása adja meg. Generalizálási sorozatot mutatnak be a 1.1.- 3-7. ábrák. Fontos a térképi elemek felszerkesztésének sorrendisége, amely ábrázolási értelemben értéksorrendet jelent.

Pl. topográfiai térkép esetében:

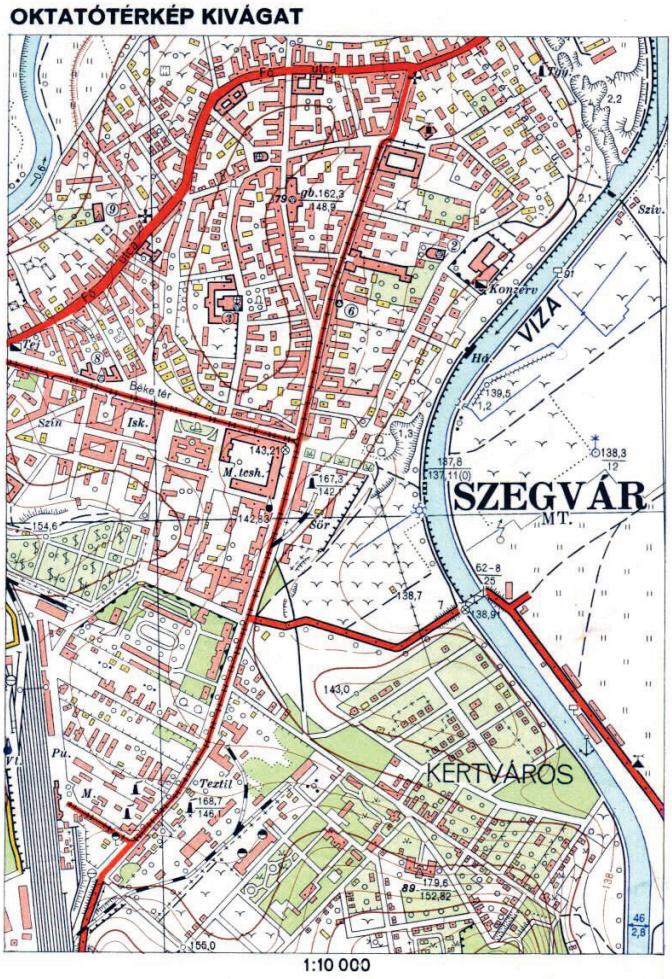
- alappontok
- vízrajz
- települések
- közlekedés
- határ
- növényzet.



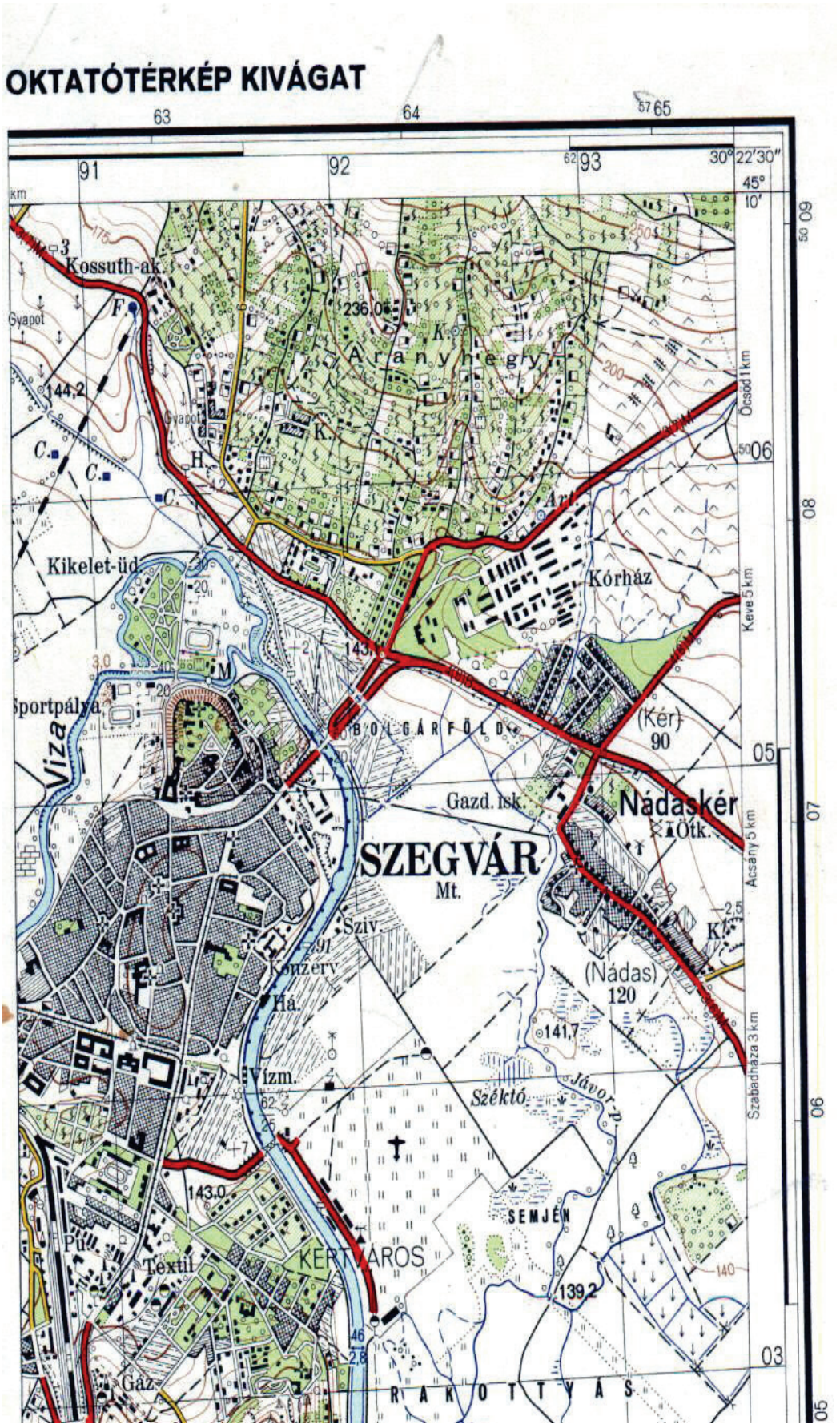
1.1.- 2. ábra: Generalizálási módok



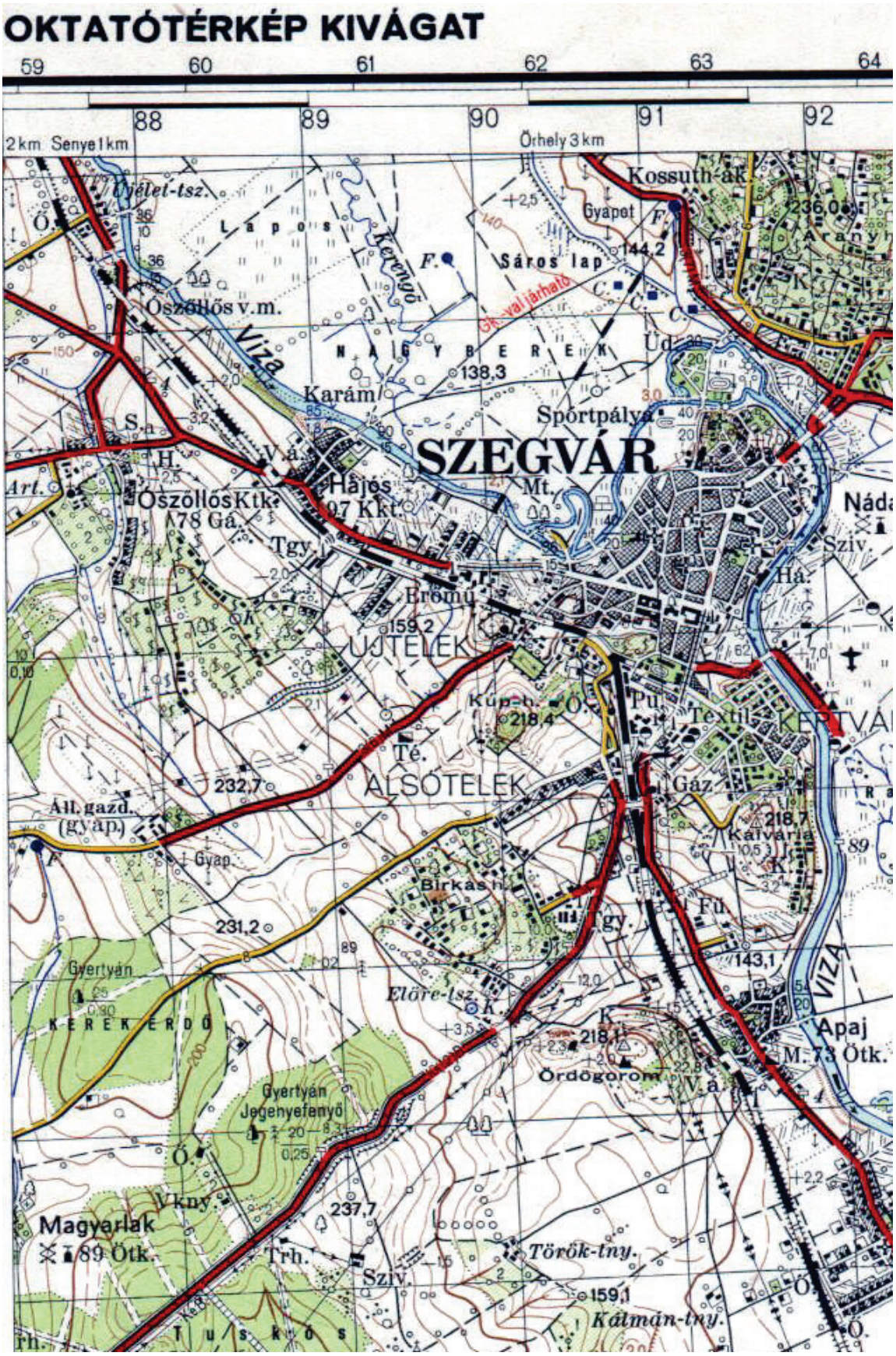
1.1.- 3. ábra: Generalizálási sor



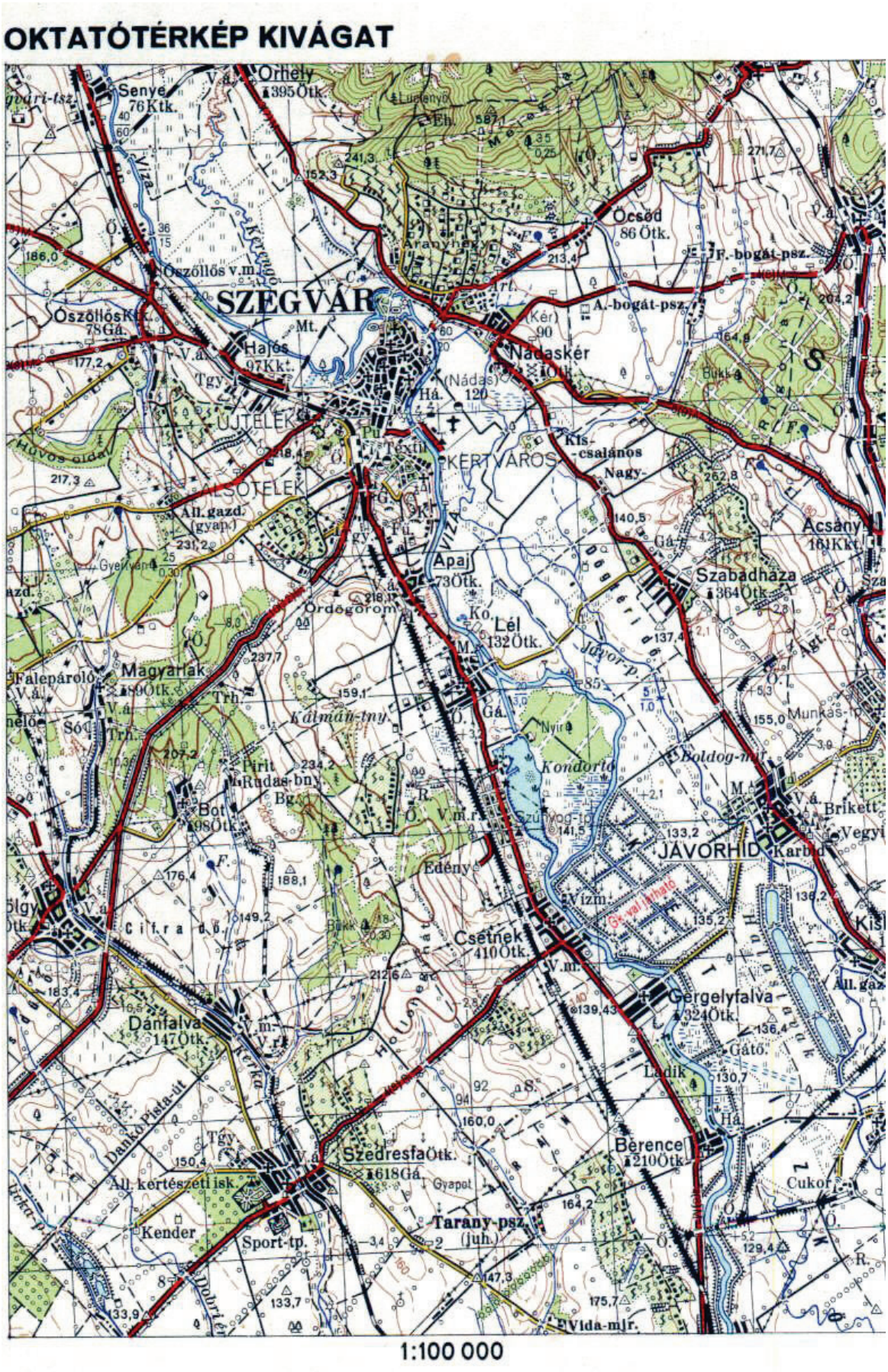
1.1.- 4. ábra: Generalizálási példa (M=1:10 000) I.



1.1.- 5. ábra: Generalizálási példa (M=1:25 000) II.



1.1.- 6. ábra: Generalizálási példa (M=1:50 000) III.



1.1.- 7. ábra: Generalizálási példa (M=1:100 000) IV.

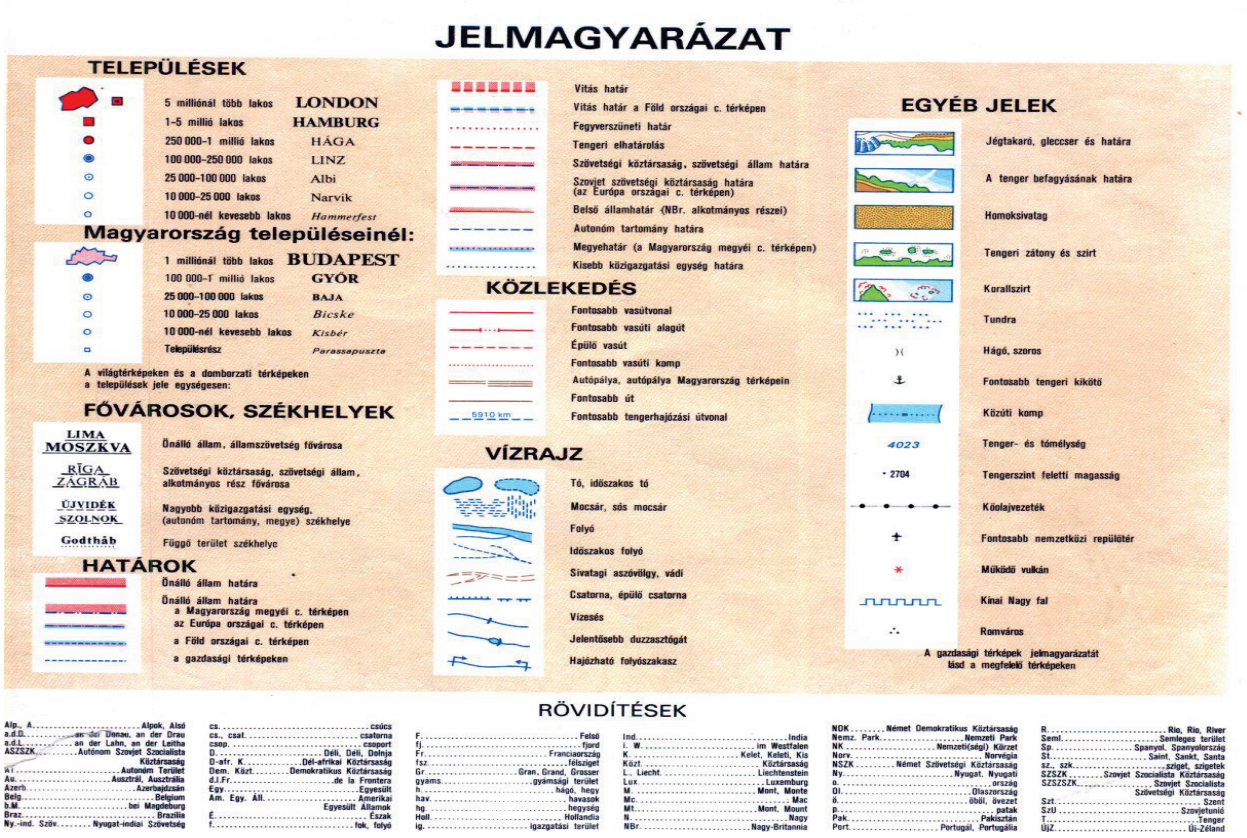
A jelkulcs

A térképi ábrázolás megfelelő grafikai szimbólumokat alkalmaz a tárgyak, jelenségek megjelenítésére. Ezek a szimbólumok a térképjelek. A térképjelek formájukat és elhelyezésüket tekintve többfélék lehetnek.

A képszerű jelek a tárgyak vagy azok jellegének, rendeltetésének sematizált, szemléletes leképzései vagy egyszerűsített absztrakt ábrázolásai. A mértani jeleket szabályos alakú üres vagy kitöltött idomok jelentik. A jelek nagyságának, kitöltésének és alakjának változása az ábrázolt felszíni elem mennyiségi jellemzőit (pl. méret, évi termelés, készlet) fejezheti ki.

A térképi ábrázolás a számok, betűk és aláhúzások akkor használatosak, amikor az egyezményes jeleknél érthetőbben fejezik ki a tartalmát vagy az ábrázolás egyszerűbb, összképe kedvezőbb (pl. földtani térképeken a kőzettípus és kor ábrázolása).

Minden térképhez (térképsorozathoz, térképműhöz) tartozik egy, a térképtartalmat magyarázó jelgyűjtemény, a jelkulcs (1.1.- 8. ábra). Az azonos tereptárgyakat azonos jellel ábrázoljuk. Ezeket a meghatározott alakú és nagyságú jeleket egyezményes jeleknek nevezzük. Természetesen ez nem azt jelenti, hogy a világon mindenütt ugyanarra a tereptárgyra ugyanazt a jelet alkalmazzák. Csak azok alkalmazzák az azonos jeleket, akik ezek használatában megegyeztek. Innen van az „egyezményes jel” elnevezés. Az egyezményes jelek gyűjteménye a jelkulcs. A jelkulcs nemcsak a jeleket tartalmazza, hanem az egyértelműség biztosítása érdekében meg is magyarázza a jelek értelmét, alkalmazásuknak szabályait. A jelkulcsnak ez a része az úgynevezett „szövegi rész”. Ezenkívül a jelkulcs tartalmazza a térképen használt rövidítéseket, a különböző megírásokra használható betűtípusokat, esetleg a térkép és a térképkeret rajzi kivitelezésének szabályait.



1.1.- 8. ábra: Példa a jelmagyarázatra

Az elmondottak szerint a jelkulcs főbb részei:
1., az egyezményes jelek gyűjteménye,
2., a jelkulcs szövegi része,
3., a használható rövidítések jegyzéke,
4., a használható írásfajták gyűjteménye,
5., a térkép keretmintája.

1.1.3. A térképek osztályozása

A térképek tartalmuk, céljuk (pl. oktatási, navigációs, szak stb.) kivitelük, ábrázolási sajátosságaik, koruk, készítési módjuk (felmérési, levezetett) és még sok egyéb szempont alapján osztályozhatók. A leggyakrabban használt térkép-osztályozási szempont a méretarány (1.1.- 9. ábra) és a tartalom.
Tartalmuk és rendeltetésük szerint a térképeket két nagy csoportra oszthatjuk.

Az általános térképek közvetlenül a földfelszínt, annak domborzatát, vízrajzát, a rajta lévő természetes és mesterséges részleteket ábrázolják. Az általános térképeket méretarány szerint tovább osztva megkülönböztetünk:

	Nagy méretarány	Közepes méretarány	Kis méretarány
Műszaki térképek	1:500 – 1: 10000	1: 10000	-
Topográfiai térképek	1:5000 – 1: 25000	1:500 – 1: 10000	1:25000 – 1: 500000
Földrajzi térképek	– 1: 250000	1:300000 – 1: 10M	1: 10M -

1.1.- 9. ábra: A térképek méretarány szerinti osztályozása (Zentai)

A tematikus térképek a természeti és társadalmi környezet jelenségeit, azok mennyiségi és minőségi jellemzőit ábrázolják (1.1.- 10. ábra). A tematikus térképek háttereit (háttér-térképét) rendszerint az általános térképek egyszerűsített változatai adják. A tematikus térképek csoportjába tehát a természeti környezet térképei, a társadalmi, gazdasági élet, a tudomány térképei, a közigazgatási és politikai, valamint a történelmi térképek tartoznak.

Méretarányuk szerint a térképeket négy kategóriába osztjuk (igen nagy, nagy, közepes és kis méretarányú térképek). A térképen ábrázolható részletek mennyisége és pontossága nagymértékben függ a méretaránytól. Sok kartográfiai ábrázolásmód is csak bizonyos méretarányban alkalmazható. Ezért a méretarány szerinti elkülönítés már alapvetően meghatározza a térképek alkalmazhatósági területét.

1., Igen nagy méretarány: (1:5OO - 1:5OOO)

Még minden tereptárgy részletesen, alaprajzszerűen és pontosan mérhetően ábrázolható. Különösen mérnöki munkák végzéséhez és a földtulajdonok nyilvántartásához alapvető fontosságú térképekre jellemző.

2., Nagy méretarány: (1:5OOO - 1:1OOOOO)

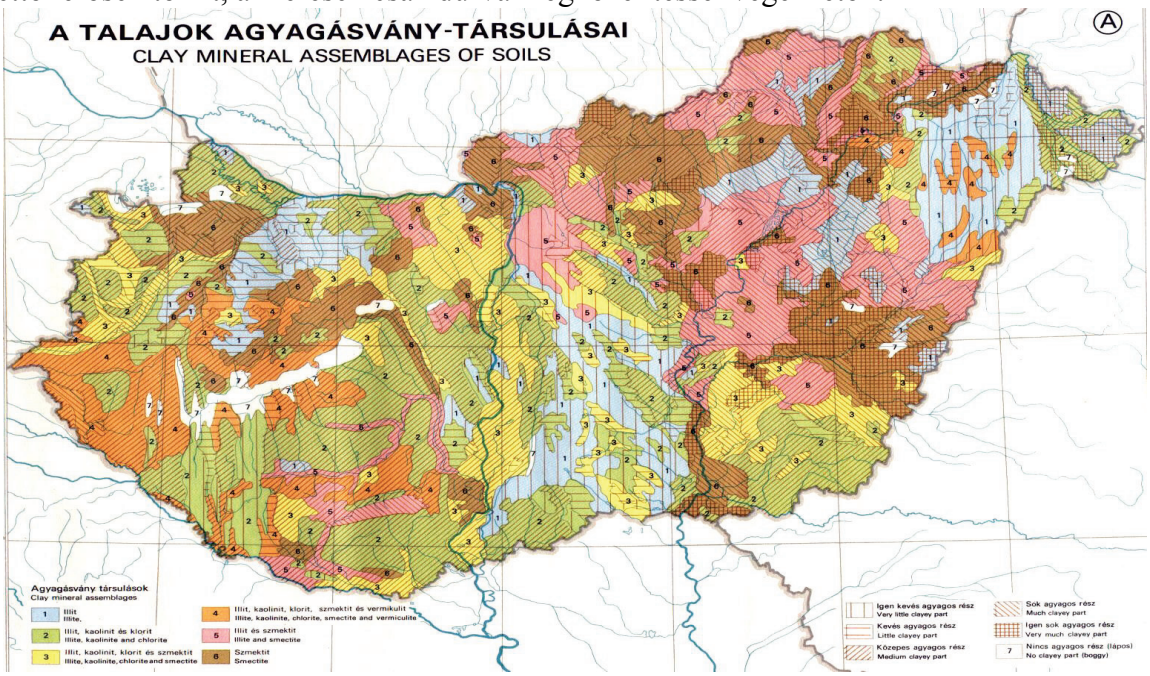
Sok objektum még méretarányhűen ábrázolható, mások már csak jelekkel, de összességében még részletes ábrázolást tesz lehetővé. A tereptárgyak helyei még meghatározhatók, mérések viszonylag elfogadható pontossággal végezhetők.

3., Közepes méretarány: (1:1OOOOO - 1:5OOOOO)

Részleteiben már kevesebb információt nyújt, viszont egy-egy táj, kerület jellemzői összességükben jól ábrázolhatók. Sok tekintetben erősen generalizált. Mérések még végezhetők róluk, de pontosságuk már korlátozott.

4., Kis méretarány: (1:5OOOOO - 1:2OOOOOOO)

Nagy kiterjedésű területek ábrázolására alkalmas, de rendkívül generalizált. Az alkalmazott vetülettől erősen torzít, a mérések csak durva megközelítéssel végezhetők.



1.1.- 10. ábra: Példa tematikus térképre

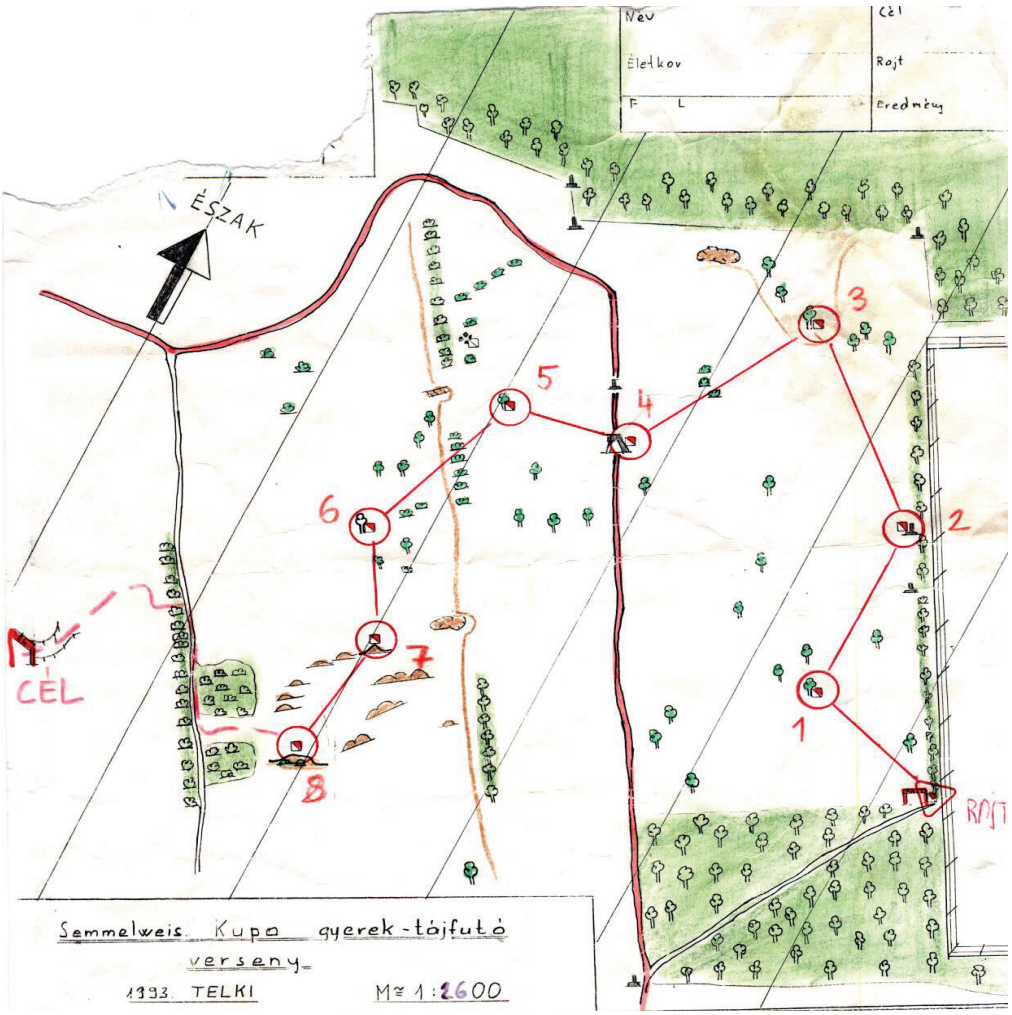
1.1.4. A térképszerű ábrázolások

Ha a térkép ismérvei közül valamelyik hiányzik, a térbeli sajátosságokat, a földfelszínt nem térképi formában bemutató grafikus ábrázolásokat összefoglalóan térképszerű ábrázolásoknak nevezzük. Tágabb értelemben ide tartozik minden, leggyakrabban térképről mértanilag szerkesztett kép is.

A térképvázlat

A földfelszín egyes elemeit oldal vagy felülnézetben, jelekkel, nem méretarányosan kicsinyítve, nem egyenletes generalizálással ábrázolja (1.1.- 11-13. ábra).

1.1.- 11. ábra: Példa térképvázlatra (gyermekrajz/ Harkányi Máté)



1.1.- 12. ábra: Példák térképvázlatokra (gyermek tájfutó térképek)I.

1.1.- 13. ábra: Példák térképvázlatokra (gyermek tájfutó térképek)II.

Madártávlati és műholdtávlati kép

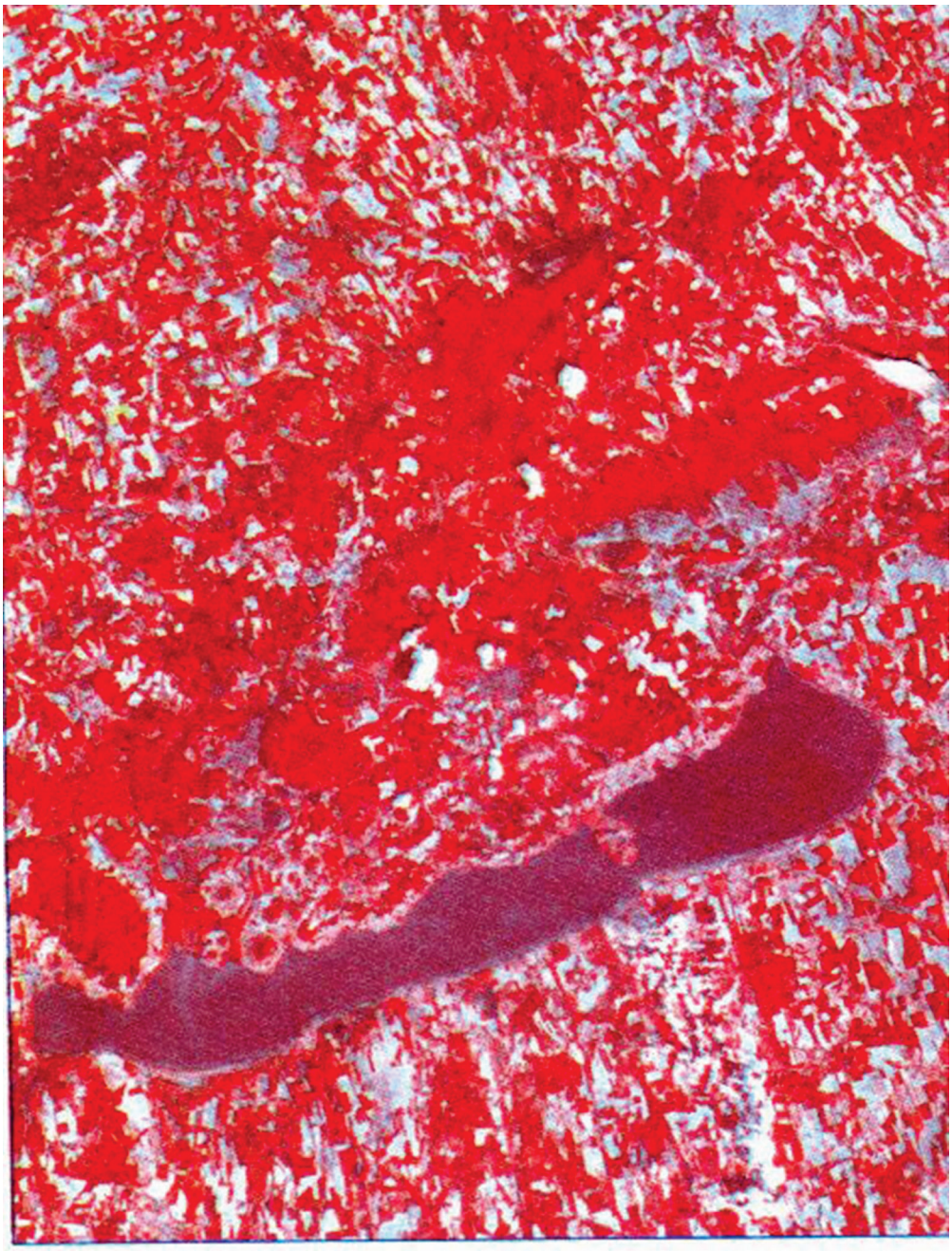
Olyan grafikus ábrázolás, amely a földfelszínt méretarányosan kicsinyítve, de nem alaprajzszerűen, hanem ferde rálátással ábrázolja, így egyes felszíni elemeket (pl. vízfolyásokat, településeket) a kiemelkedő idomok eltakarhatnak (1.1.- 14. ábra).

1.1.- 14. ábra: Madártávlati kép (sí-térkép)

Légifelvételek, űrfelvételek

A függőleges kameratengellyel készült felvételek a földfelszínt alaprajzszerűen ábrázolják, a leképezés azonban nem ortogonális, hanem centrális, továbbá hiányzik a generalizálás és a jelkulcs (1.1. - 15. ábra). Készülnek ferdetengelyű felvételek is, ahol az ábrázolás perspektivikus, a méretarány a távolsággal arányosan csökken.

1.1.- 15. ábra: Űrfelvétel

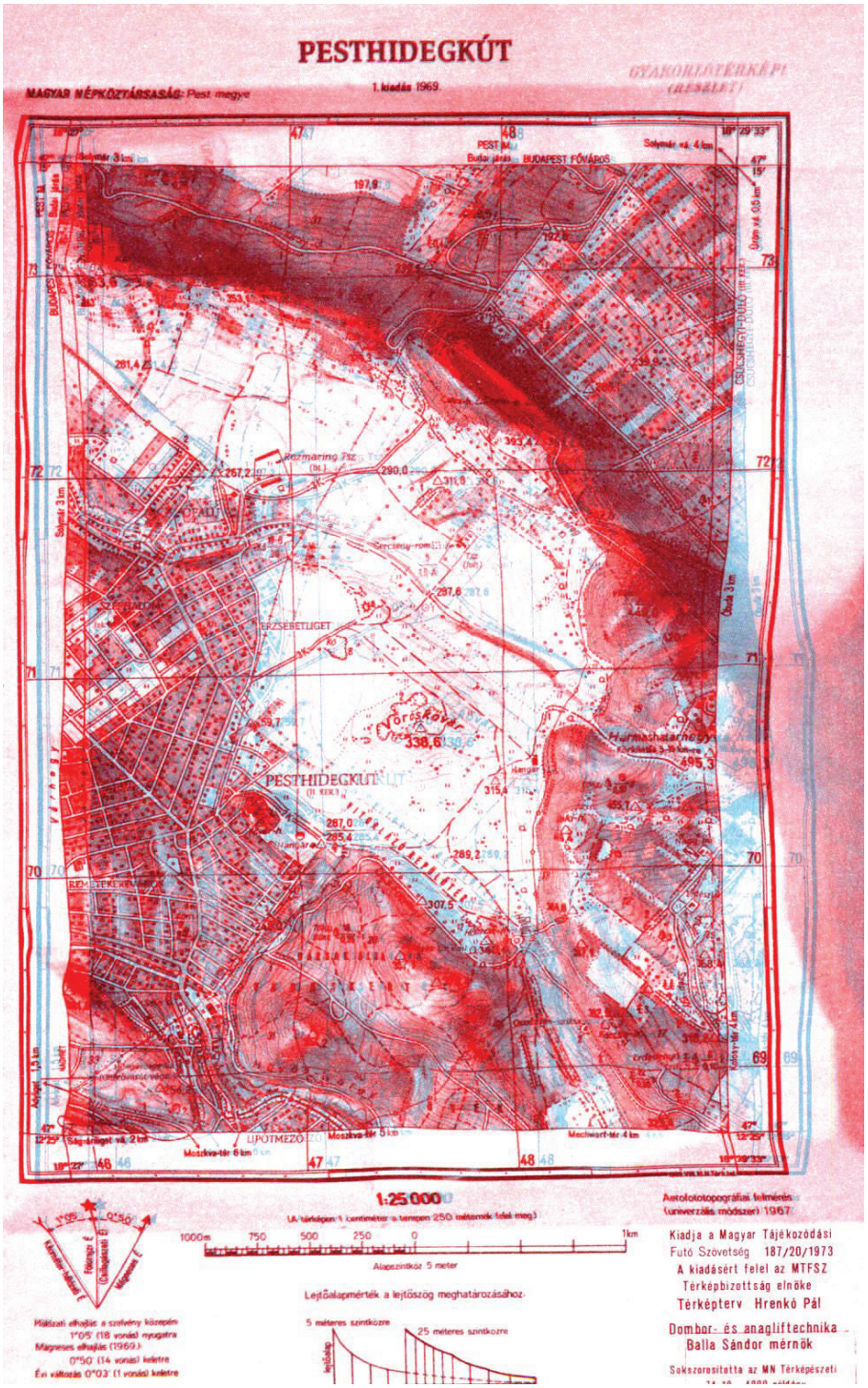


1.1.- 16. ábra: Infravörös űrfelvétel

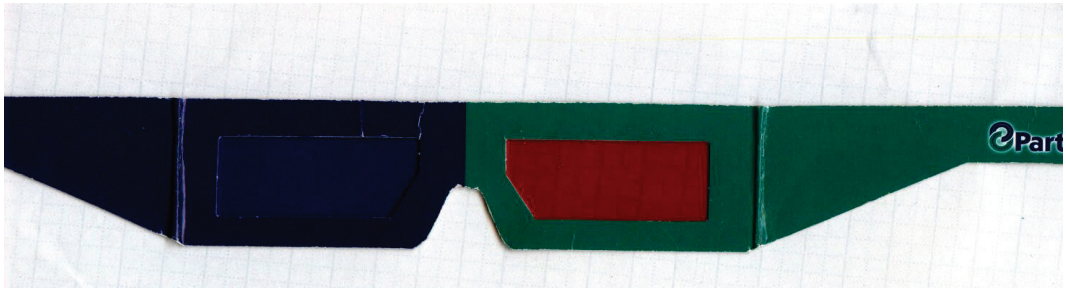
Panorámakép

Térhatású térkép (anaglif térkép)

Olyan térkép, amelyet megfelelő optikai eszközön keresztül szemlélve a felszín három dimenzióban, nem síkon, hanem térben látható. Valójában két különböző (a jobb és bal szemnek megfelelő) nézőpontból készült térkép, amelyeket rendszerint vörös és zöld vagy kék színekkel, jobbra-balra pár mm-el eltolva szerkesztenek (nyomnak) egymásra. Színszűrő szemüvegen keresztül szemlélve a térkép térhatás érzetét kelti, mivel az eltolás jobb-bal irányú parallaxist eredményez (1.1.- 17. ábra).



1.1.- 17. ábra: Anaglif térkép



1.1.- 18. ábra: Anaglif szemüveg)

Dombortérképek

A felszín méretarányosan kicsinyített háromdimenziós felülnézeti képét papírból, falemezből, gipszből vagy műanyagból állítják elő. A dombortérképen a szemléletesség fokozására a vízszintestől eltérő nagyobb magassági méretarányt alkalmaznak.

Földgömbök, éggömbök és bolygóglóbusok

Szerkesztésük kisméretarányú földrajzi vagy tematikus (földtani, klimatológiai és más) térképek alapján történik. Gyakran készülnek domborgömbök is, amelyek rendszerint jelentős túlmagasítással plasztikusan ábrázolják bolygónk vagy más égitest felszínét.

Szelvény

szelvény vagy metszet a földfelszínnek szerkesztéssel, párhuzamos vetítősugarakkal előállított oldalnézeti képe (1.1.- 18-20. ábra).

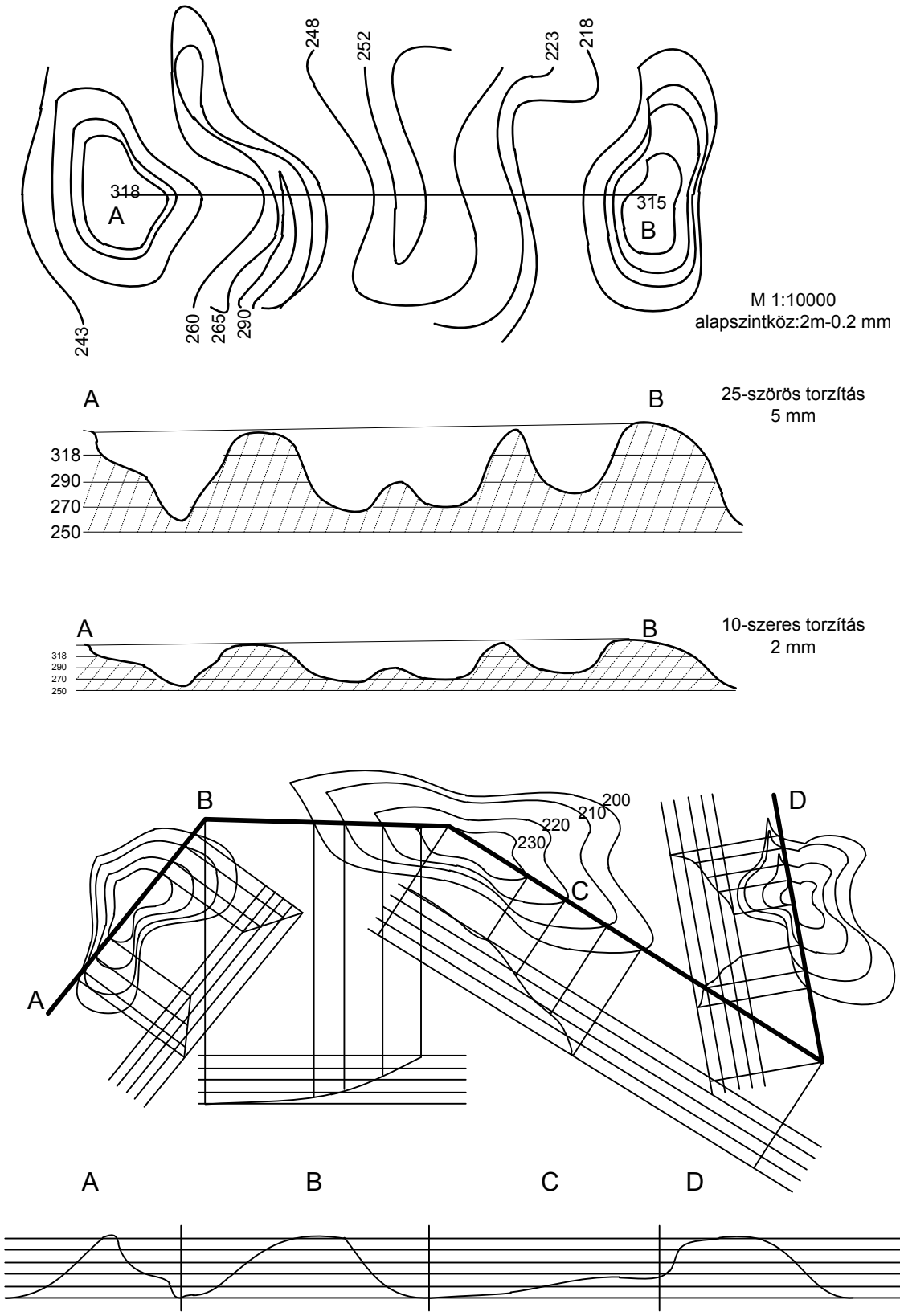
Egy egyenes szakasszal kijelöljük a térképen a metszet vonalát (irányát). Megállapítjuk a legmagasabb és legalacsonyabb szintvonalértéket a metszetvonal mentén. Az alapszintköz és a méretarány ismeretében meghatározzuk a szükséges magassági torzítás nagyságát.

A metszet irányával párhuzamosan az alapszintköznek megfelelő - magasságtorzítás esetén azzal arányosan - távolságban annyi szintjelző vonalat rajzolunk, amennyi alapszintvonal a két szélső értékű szintvonal közé esik. A metszetvonal és a szintvonalak metszéspontjait rendezőkkel a szintvonal értékével azonos értékű szintjelző vonalakra vetítjük. A vetítéssel előállított metszéspontokat a pontokra illeszkedő vonallal összekötjük.

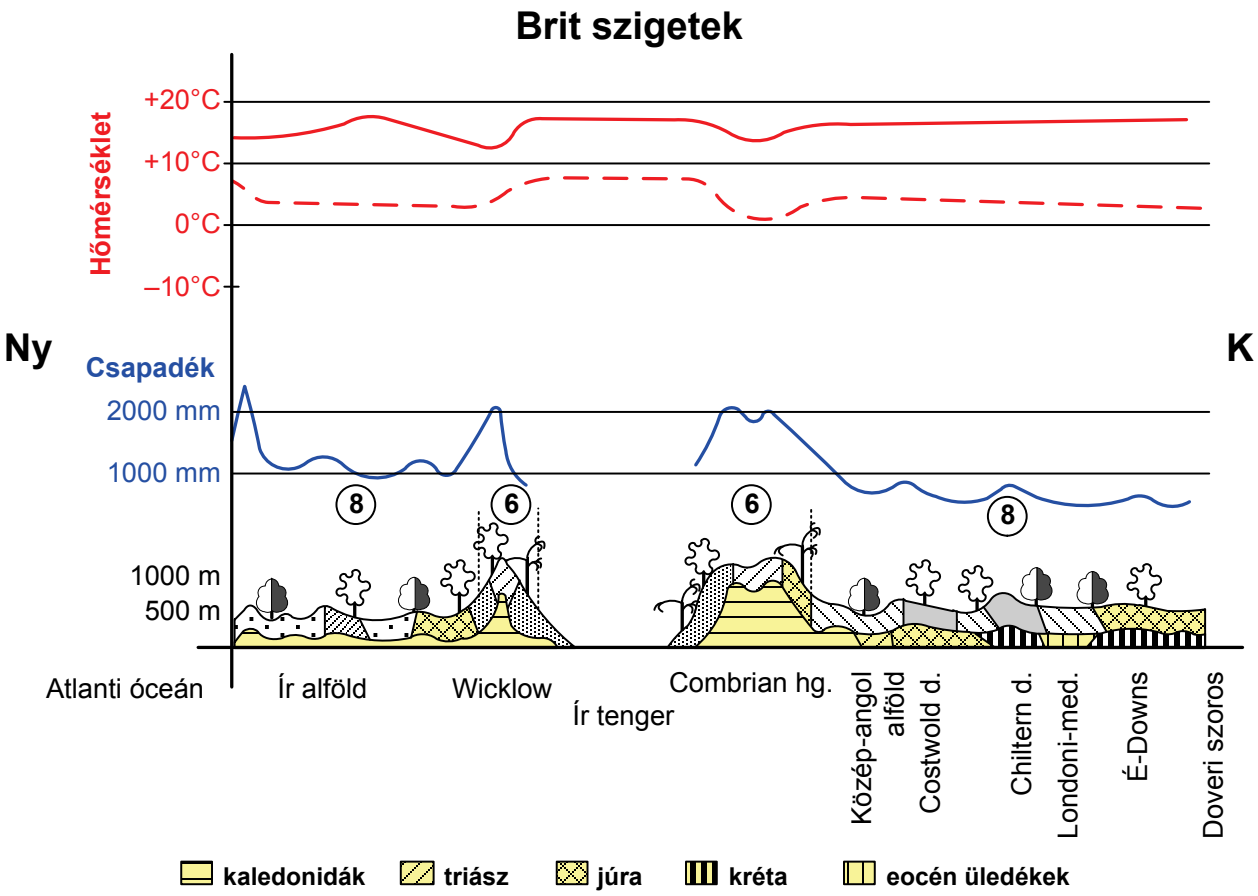
Ha a metszetet egy vízfolyásra vagy útra merőlegesen vesszük fel, keresztszelvényről beszélünk. Ha egy vízfolyás vagy út egyenes szakaszai mentén fölvett szelvényeket közös alapvonalra „kiegyenesítjük” hossz-szelvényt kapunk.

A megszerkesztett szelvények segítségével különböző feladatok oldhatók meg. Két felszíni pont közötti összelátás a metszeten közvetlenül megállapítható. A magasságtorzítás nélkül rajzolt szelvényeken a gördülő távolságmérővel valódi távolság mérhető. A szelvények megfelelő kitöltésével földrajzi és földtani jelenségek szemléltethetők.

Egymástól egyenlő távolságra párhuzamosan felvett szelvények szuperponálásával (egymásra fektetésével) azonos szintek (pl. folyóteraszok, lepusztulásszintek, uralkodó csúcsmagasságok mutathatók ki). Az egymással párhuzamos szelvénysorozat segítségével, a szelvényeket sorban egymásra másolva, a kitartásokat figyelembevéve, láthatósági szelvénysorozat (ortogonális vetítésű panorámakép) szerkeszthető. Ha a panorámakép legmagasabb pontjait összekötjük, horizontszelvényt kapunk.



1.1.- 19. ábra: Útvonal metszet



1.1.- 20. ábra: Tematikus metszet

Tömbszelvény

Geológiai és geomorfológiai jelenségek szemléltetésére gyakran tömbszelvényt használunk. A tömbszelvény ferde síkra történő középponti párhuzamos vetítés útján jön létre. Olyan térképszerű ábrázolás, amely függőleges metszéssíkokkal (szelvényekkel) határolt madártávlati kép. A szelvényekhez hasonlóan magasságtorzítást mindig tartalmaz (1.1.- 21. ábra).

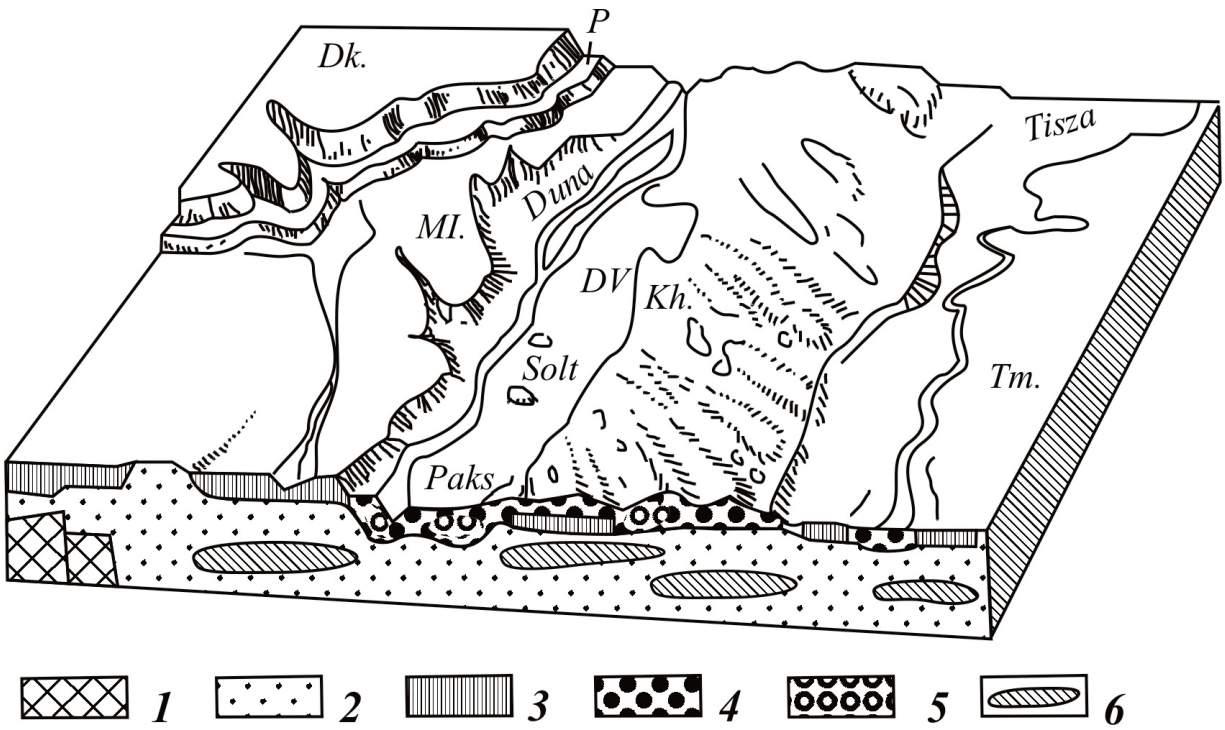
A központi vetítésű tömbszelvények a valódi látványt megközelítő perspektív ábrázolást adnak, de megszerkesztésük nehezebb, mint a párhuzamos vetítésű tömbszelvényeké. A tömbszelvény megszerkesztésének három alapvető módszere ismert. Az izometrikus módszerrel egy szabályos rácshálóban először a tömbszelvény vázát rajzolják meg, a domborzati idomokat mértani testekkel helyettesítve. A további kidolgozás fejlett rajzkészséget igényel. A módszert általában elképzelt típustájak bemutatására alkalmazzák.

A már említett szelvénysorozat módszere olyan eredményt ad, amely egy valóságos terület meghatározott vonalat (metszésvonalak) mentén pontos, a szelvények közé eső területre pedig becsült (interpolált) ábrázolást nyújt. A szelvénysorozatot potenciális határoló szelvényekkel egészítik ki.

A rétegmódszer a legpontosabb tömbszelvény-szerkesztési eljárás. A szerkesztés során a szintvonalakat meghatározott torzítás után „kiemeljük” az eredeti térképsíkból a nekik megfelelő magasságokba. A szintvonalak által meghatározott domborzati idomok határoló vonalaik alapján könnyen megrajzolhatók.

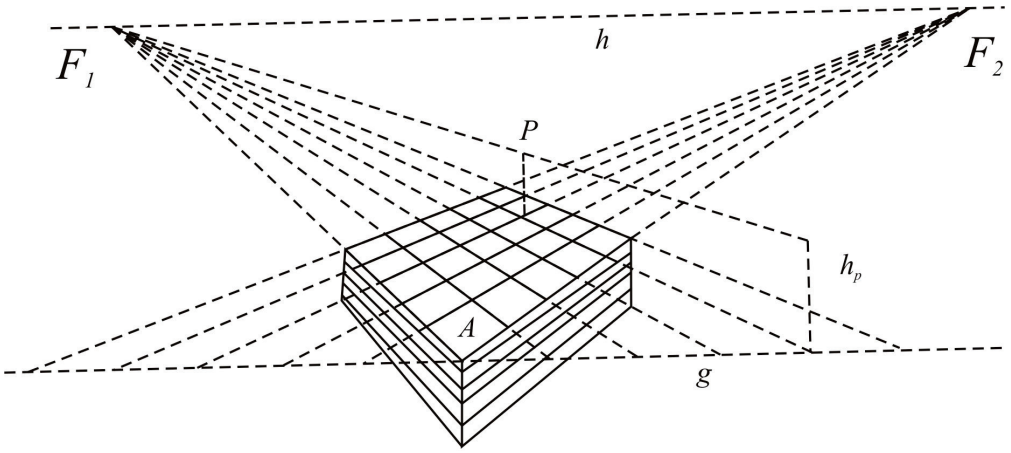
A tömbszelvények tájolását - az esetleges kitartások miatt - az ábrázolt terep magassági viszonyait határozzák meg. A tematikus tömbszelvények a felszíni formák és a földtani szerkezetek kapcsolatát szemléltetik.

A korszerű térképészetben a tömbszelvényeket egyre gyakrabban számítógépek szerkesztik, rendszerint az eltolt szelvénysorozatok elve alapján (1.1. - 22-23. ábra).

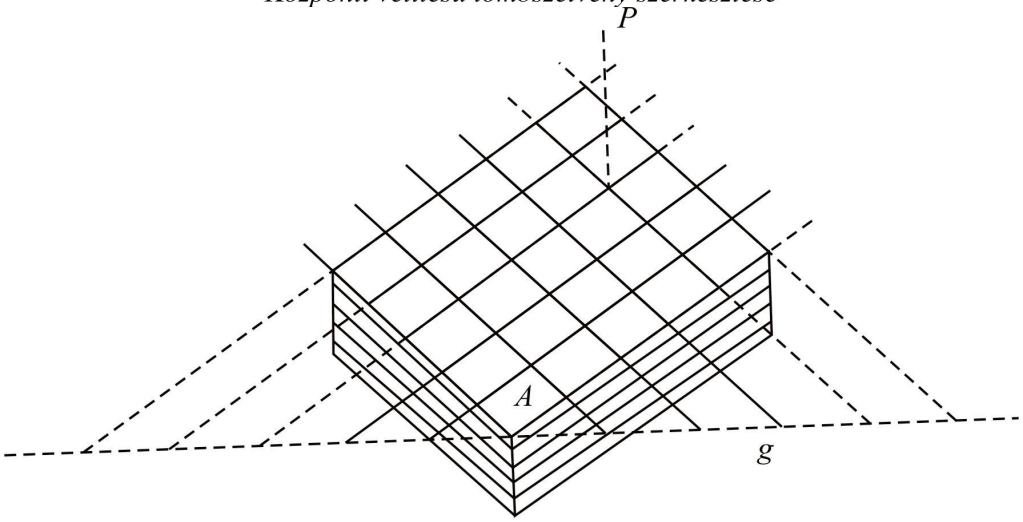


Dk - Dunántúli középhegység, P - pannónia perem, Mezőföld lösztáblája
Kh - a Kiskunság homoktakarója, Dv - a Duna völgye, Tm - a Tisza mente
1 - alaphegység, 2 - pannóniai rétegek, 3 - lösz, 4 - futóhomok,
5 - kavics és homok, 6 kavicsos, homokos település

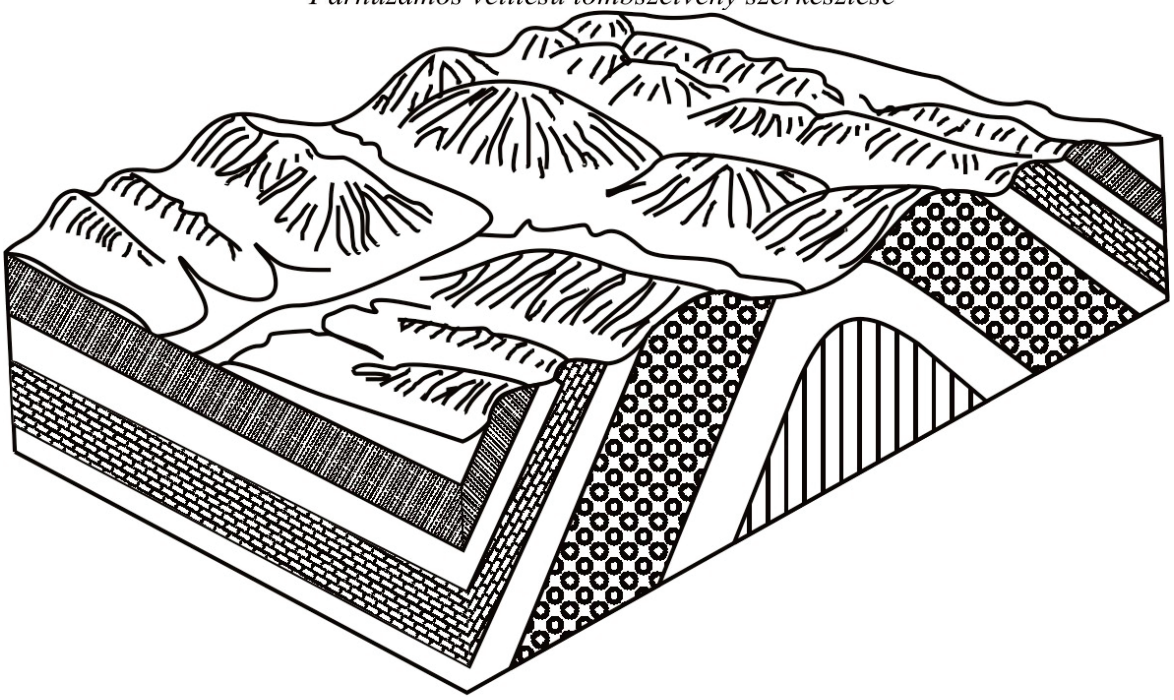
1.1.-21. ábra Tematikus tömbszelvény



Központi vetítésű tömbszelvény szerkesztése

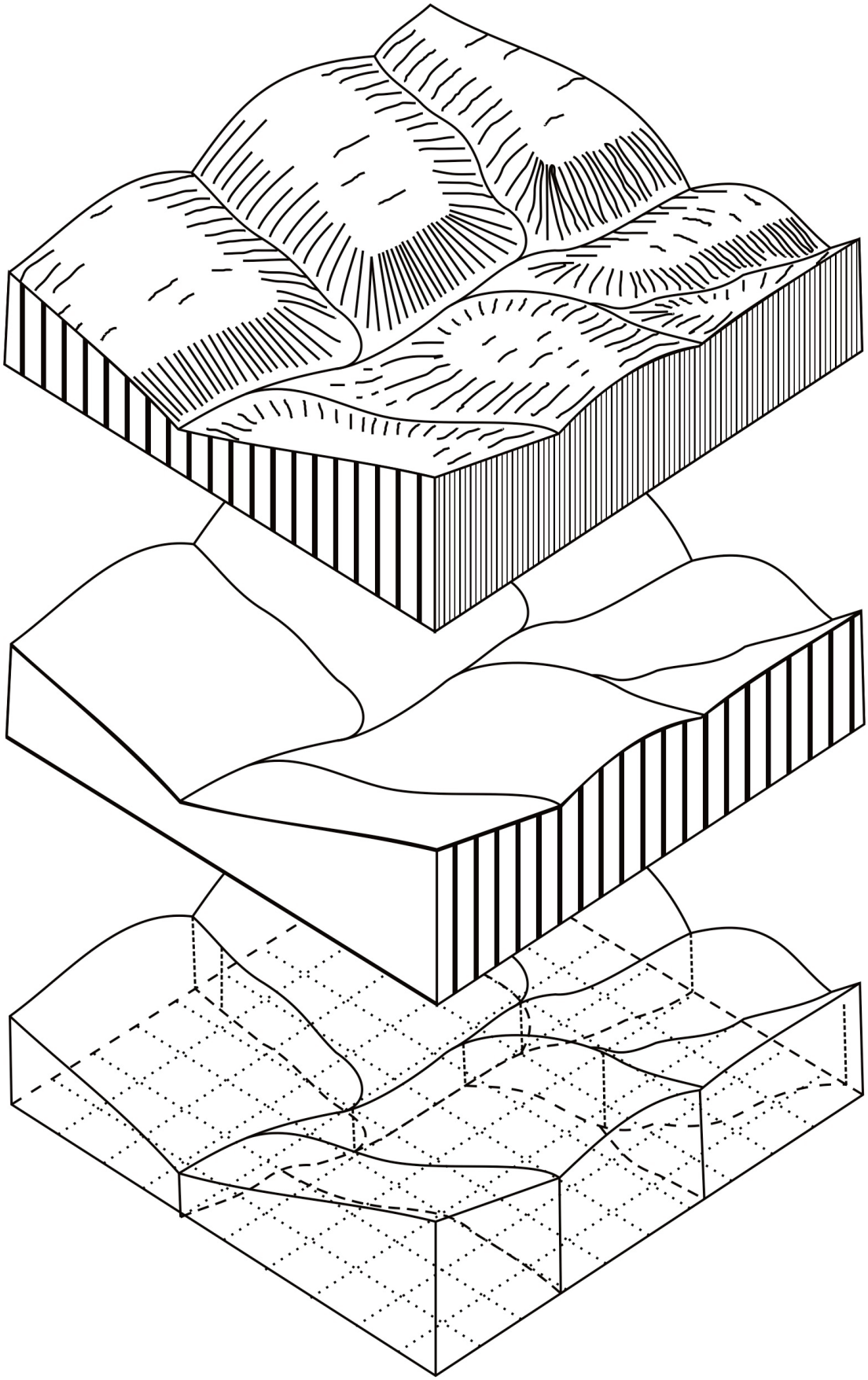


Párhuzamos vetítésű tömbszelvény szerkesztése



Tematikus tömbszelvény

1.1.- 22. ábra: Tömbszelvény -szerkesztési módok



Tömbszelvény szerkesztés

1.1.- 23. ábra: Tömbszelvény –szerkesztés

1.2. A VETÜLETTAN ALAPJAI

1.2.1. Vetülettani alapfogalmak

A különböző célú és méretarányú térképek készítése eltérő követelményeket állít a térképész elé. Az egyik térképnek az alakhűséget, a másiknak a területtartást, a harmadiknak az egyes távolságok vagy irányszögek közvetlen mérhetőségét kell tükröznie. A geodéziai méréseket a Föld felszínén végzik, a mérési eredmények pedig síkba terített térképen ábrázolják. A mérések adatait: irányokat, távolságokat, a földmérési hálózatok pontjait síkra kell vetíteni, vagy számítások segítségével a síkra kell vonatkoztatni. Mivel Földünk felszíne térben görbült felület, torzulások nélkül nem fejthető síkba - nem alakítható térképpé.

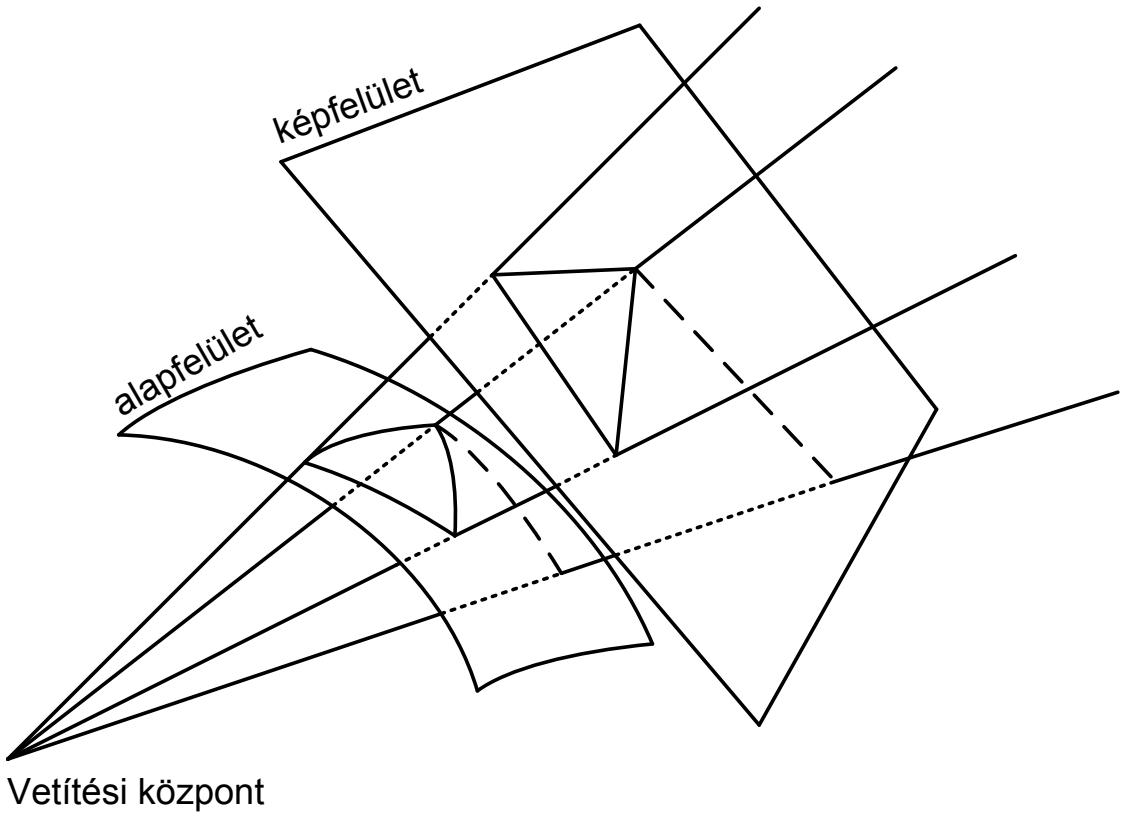
Vetítésről a szó valódi értelmében akkor beszélünk, amikor egy vetítési központból az alapfelület pontjainak képét a képfelületre vetítjük, leképezzük (1.2.- 1. ábra). A vetítés eredménye a vetület, térképészeti vonatkozásban az alapfelület (az eredeti felület, földfelszín) rajzolatának megfelelője a képfelületen (egy másik felület).

Valódi vetítéskor a kép mértanilag (geometriailag) előállítható. A vetületek nagy részénél azonban a vetítési központot nem lehet kijelölni és az alapfelületi adatokból a képfelületre vonatkozókat csak matematikai úton tudjuk meghatározni. Ilyen esetben a vetítés és a vetület kifejezés nem helytálló, de a mindennapi nyelvhasználatban e fogalmakat használjuk akkor is, amikor csak matematikailag meghatározott ábrázolási módról van szó. A leképezés vagy vetítés törvényeit vetületi egyenletek szabályozzák.

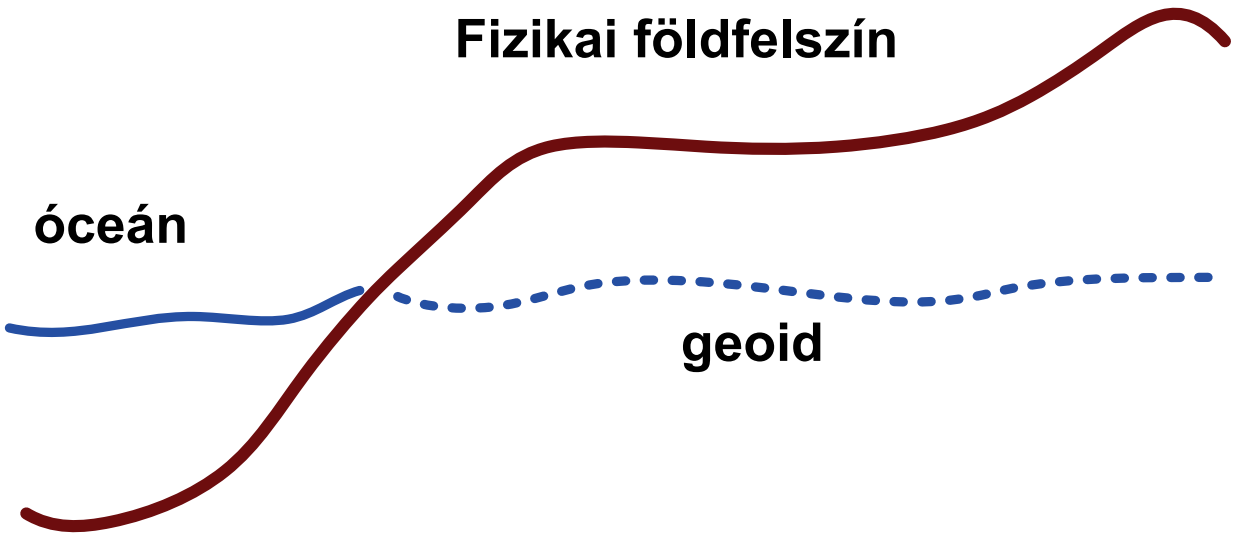
A mértani úton előállítható vetület a perspektív vetületek, szemben a csak matematikai úton nyerhető nem perspektív vetületekkel.

Az alapfelület, a Föld tényleges alakját (1.2.- 2. ábra) helyettesítő felület, amelynek aránylag egyszerű matematikai egyenlete van. A Földet helyettesítő felület, amelyet a Föld úgynevezett matematikai alapjának nevezzük, a forgási ellipszoid és a gömb. Pontosan olyan gömb, amely a forgási ellipszoiddal azonos felszínű és ahhoz adott helyen simul. A közepes és a kis méretarányú földrajzi térképek szerkesztésénél a gömb alkalmazása alapfelületként általában célszerű, mert a számítások egyszerűsége és gyorsasága előnyt jelent és a különbségek által okozott hiba elhanyagolható.

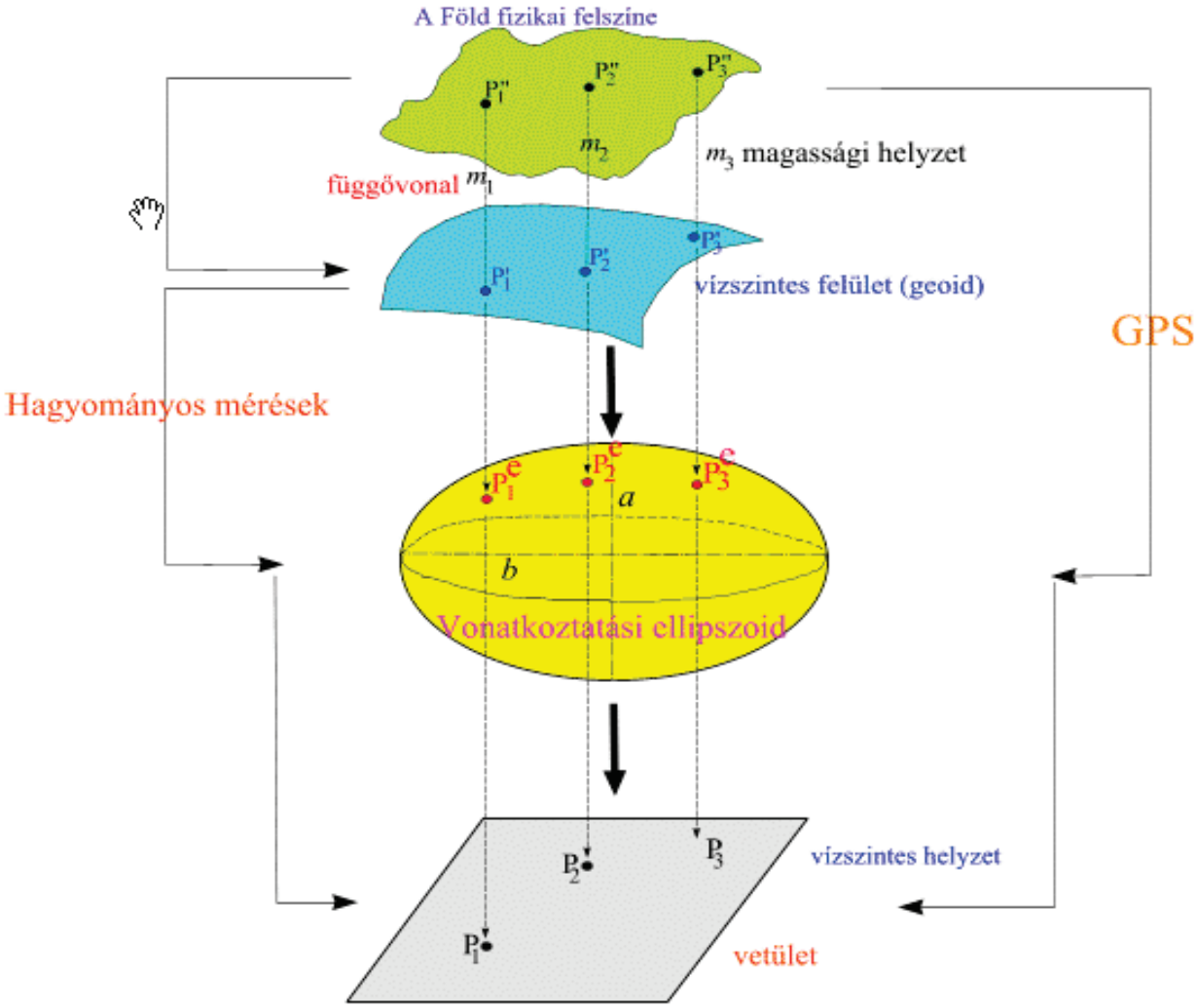
A nagy méretarányú térképeknél először a forgási ellipszoidról, mint alapfelületről a hozzá legjobban simuló gömbre, az ún. Gauss-gömbre vetítenek, majd erről a síkra vagy síkba fejthető felületre (henger vagy kúp). Ez az úgynevezett kettős vetítés. A képfelület a vetítésnél az a felület, amire vetítünk. A térképészetben a képfelület lehet sík, henger vagy kúp. A képfelület szerint így, sík vagy azimutális, henger és kúpvetületről beszélünk.



1.2.-1. ábra Vetítés alapja



1.2.-2. ábra: A földfelszín és a geoid (Bácsatyai)



1.2.- 3. ábra: A földi pontok helyzetének meghatározása

Földrajzi koordináták

Egy pont földfelszíni helyét a pont alapfelületi földrajzi koordinátái és a tengerszint feletti magassága (a geoidtól való távolsága) határozzák meg (1.2.- 3. ábra). A Föld forgástengelyének felszíni döféspontjai az északi és a déli pólus (sark). A Föld geometriai középpontján átmenő és a forgástengelyre merőleges sík a Föld felszínéből az Egyenlítőnek nevezett legnagyobb alapfelületi kört metszi ki (1.2. - 4-6. ábra). Az Egyenlítőre merőleges, a pólusokon átmenő síkok földfelszíni metszésvonalai a meridiánok (délkörök, hosszúsági körök). Az Egyenlítő síkjával párhuzamos síkok a földfelszínből a paralelköröket (szélességi köröket) metszik ki. A meridiánok és a paralelkörök meghatározott sűrűségű, szabályosan következő értékeinek rendszere alkotja a földrajzi fokhálózatot. (Ennek a hálózatnak a térképre vetített képét is földrajzi fokhálózatnak nevezzük.)

Az egyik koordináta a földrajzi szélesség: az a φ szög, amelyet a földi ellipszoid normálisa (vagy a földgömb sugara) az Egyenlítő síkjával bezár. A földalak mérése során általában két, azonos meridiánba eső pont földrajzi szélességét és a köztük levő távolságot határozzák meg. A földrajzi szélesség-meghatározások csillagászati módszerekkel történtek.

A földrajzi szélesség pótszögét pólustávolságnak nevezzük és β -val jelöljük.

Eszerint: $\beta = 90^o - \varphi$ ill. $\varphi = 90^o - \beta$

A második koordináta a földrajzi hosszúság: az a λ szög, amelyet a földfelszin vizsgált pontján átmenő meridián síkja egy kiválasztott kezdőmeridián síkjával bezár. A földrajzi hosszúságot a kezdőmeridiántól keletre és nyugatra 180°-ig számítják. A földrajzi hosszúság-meghatározások alapja a kezdőmeridián és a keresett földrajzi hosszúság közti helyi időkülönbségek mérése. 1884 óta általánosan a greenwichi Királyi Csillagvizsgáló kupoláján áthaladó meridiánt használják kezdőmeridiánként. A korábban használt legfontosabb kezdőmeridiánok és a greenwichi meridián közti különbségek a következők:

Ferro (Kanári szigetek)	$17^o39'46''$ Ny
Párizs	$2^o20'14''$ K
Pulkovo	$30^o19'39''$ K

Magyarországon a régebbi térképeken használtak budai, nagyváradi, bécsi és pozsonyi kezdőmeridiánt is.

GREENWICHTŐL KELETRE:

$21^o11'35''$	Nagyvárad (mérés nélkül)
$19^o02'32,3''$	Várhegy (első budai)
$17^o35'20''$	Nagyszombat
$17^o06'30''$	Pozsony
$19^o02'59,7''$	Gellérthegy (második budai)
$19^o02'54,8''$	Gellérthegy (EOV)

Magyarországi kezdőmeridiánok

Vetületi számításoknál a számítás és szerkesztés egyszerűbbé tétele érdekében az ábrázolandó terület közepén áthaladó kerek számértékű meridiánt szokás kiindulómeridiánnak választani. Ilyen esetben - amikor csak a számítás és szerkesztés idejére térnek el a greenwichi kezdőmeridiántól - ezt a kiindulómeridiánt megkülönböztetésül középmeridiánnak nevezzük. A képletekben λ értékét ettől a középmeridiántól kell számítani.

Olykor használják a terület közepén áthaladó kerekszámú paralelkört is, közép-paralelkörként; a kettő kezdőpontja a vetületi kezdőpont. Vetületi számításokban gyakran előfordul, hogy valamely terület torzításmentesebb, jobb leképezés érdekében számításainkat nem a forgástengely - Egyenlítő vonatkozási rendszerre, hanem a földgömb valamely más átmérőjéhez és főköréhez kell viszonyítanunk.

Ilyen esetben ennek az átmérőnek a végpontjait segédpólusként, a gömb középpontjában az átmérőre merőlegesen fektetett síkban a gömbfelülettel való metszésvonalát segédegyenlítőnek, a segédegyenlítővel párhuzamosan fektetett síkoknak a gömbfelülettel való metszésvonalait segédparalelköröknek, a segédpólusokon átfektetett síkoknak a gömbfelülettel való metszésvonalait pedig segédmeridiánoknak nevezzük. A segédparalelkörök és segédmeridiánok vonalrendszerét segédhálózatnak nevezzük. Az ebben a rendszerben a földrajzi koordináták

mintájára kialakított koordináták a segéd földrajzi koordináták: a segéd földrajzi szélesség és a segéd földrajzi hosszúság.

Az alapfelületen kívül vannak olyan kitüntetett irányok és vonalak, amelyeket a vetületi számítások során esetleg figyelembe kell vennünk. Ezek a következők:

Azimut valamely pontból kiinduló alapfelületi iránynak a ponton átmenő meridiánnal bezárt α szöge. Az azimutot vetületi számításokban a meridián északi ágától kiindulva az óramutató járásával megegyező irányban haladva O^o-tól $36O^o$-ig számítjuk.

Ortodróma a neve két gömbfelületi pont közötti legrövidebb gömbfelületi vonalnak, amely mindig gömbi főkör. Egy ortodróma mentén $r \cdot \sin \alpha$ = konstans, ahol r az ortodróma adott pontján átmenő paralelkör sugara, α pedig a pontban az ortodróma azimutja.

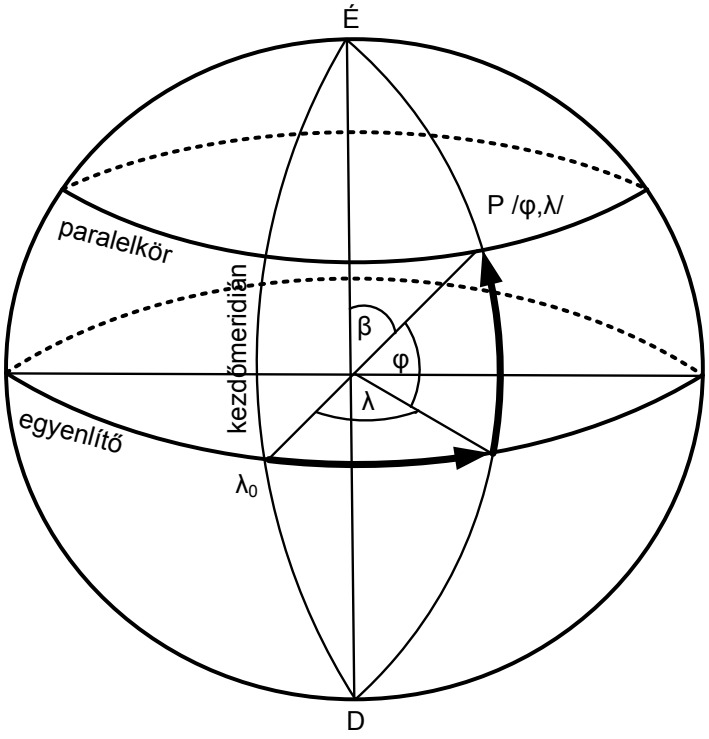
Az Egyenlítő mentén $r \sin \alpha = a$ (az egyenlítői földsugár), a meridián mentén pedig $r \sin \alpha = 0$.

A loxodróma olyan folytonos gömbfelületi vonal, amely minden pontjában ugyanazt a szöget zár be a meridiánnal, vagyis az azimutja állandó.

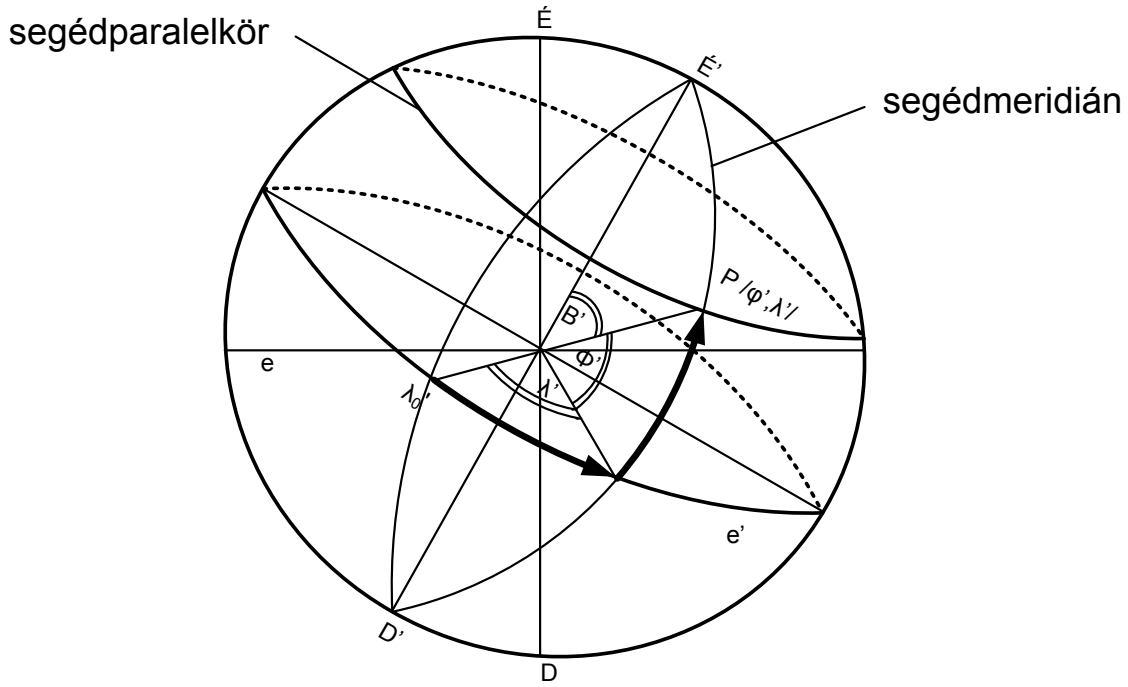
$$\alpha = konstans$$

A loxodróma a gömbön a meridiánok (0°) valamint az Egyenlítő mentén (90°) legnagyobb gömbi kör, a paralelkörök mentén (90°) gömbi kör, más irányban pedig olyan csavarvonal, amelyik aszimptotikusan közeledik a pólushoz. A loxodrómáknak és az ortodrómának elsősorban a navigációban van jelentősége. Régebben gyakran a loxodróma mentén hajóztak, mert így, az iránytű segítségével csak az azimutot kellett tartani. Nagyobb távolságok esetén a loxodróma mentén történő hajózás már jelentős útvonal hosszabbodással jár, ezért célszerűbb a legrövidebb utat (és a legkevesebb üzemanyagköltséget) jelentő ortodróma mentén hajózni, ill. repülni.

- Pólusok
- Egyenlítő
- Meridiánok (dél-, hosszúsági körök)
- Paralelkörök (szélességi körök)
- Földrajzi fokhálózat
- Földrajzi szélesség
- Földrajzi hosszúság
- Pólustávolság

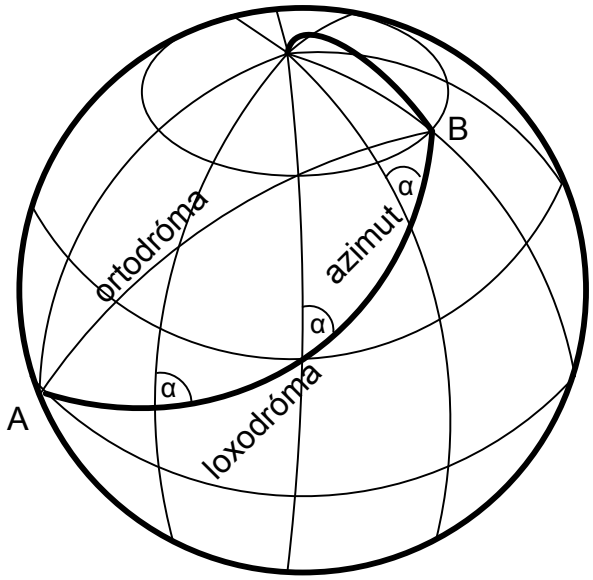


1.2. - 4. ábra: Vetülettani alapfogalmak I.



1.2. - 5. ábra: Vetülettani alapfogalmak II.

A vetületi rendszerek alkalmazásakor nem a hagyományos matematikai, hanem a geodéziai koordináta rendszert használjuk ekkor a koordináta tengelyek (x, y) helyet cserélnek, mivel a meridiántól mérjük az irányszöget (azimutot), így a meridián képe lesz az x tengely.



- Azimut (alfa): valamely pontból kiinduló alapfelületi iránynak a ponton átmenő meridiánnal bezárt szöge. A vetületi számításokban a meridián É-i ágától kiindulva az óramutató járásával megegyező irányban haladva 0-360 fokig számolják.
- Ortodróma: két gömbfelületi pont közötti legrövidebb gömbfelületi vonal, mindig gömbi főkör.
- Loxodróma: olyan folytonos gömbfelületi vonal, amely minden pontjában ugyanazt a szöget zárja be a meridiánnal.

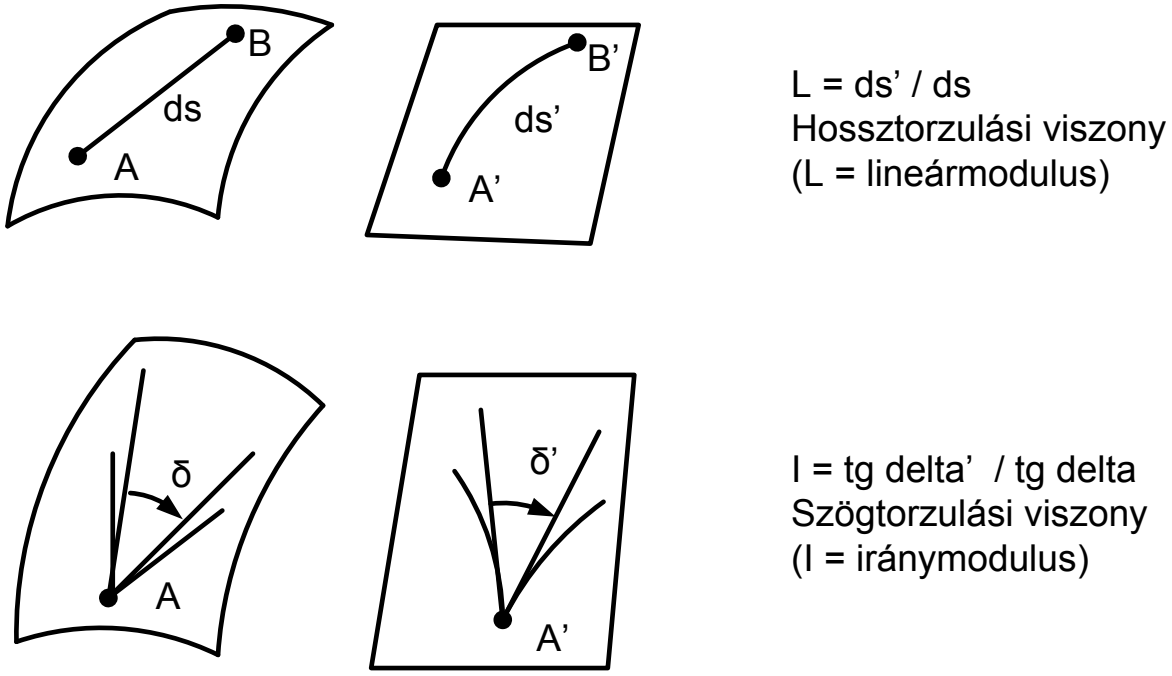
1.2. - 6. ábra: Vetülettani alapfogalmak III.

1.2.2. Vetületi torzulások

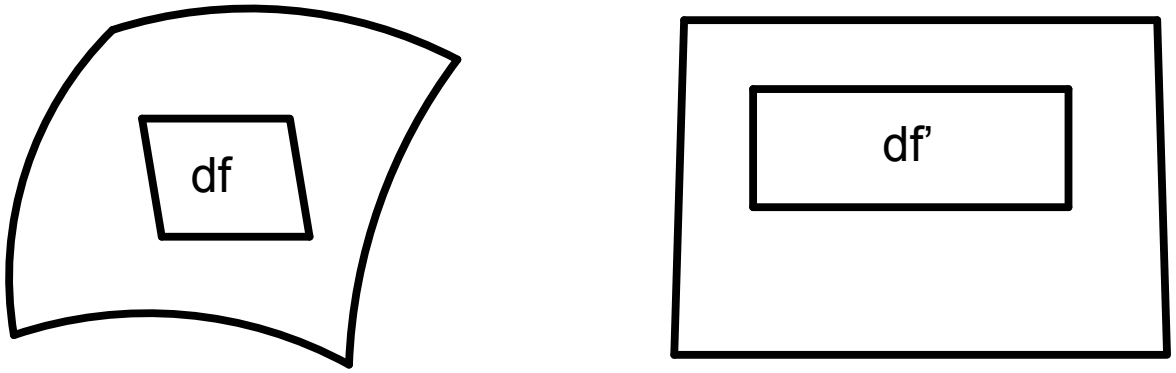
Az alapfelületül használt gömb (vagy a Föld más helyettesítő felülete) torzulás nélkül nem fejthető síkba. A képfelületen torzultan jelentkeznek az alapfelület hosszúságai és irányai (szögek) vagy területei.

A vetületi egyenletek a pontok gömbi földrajzi koordinátái és a képfelületen ezeknek megfelelő pontok sík koordinátái közötti összefüggéseket írják le. Kifejezik a vetületek milyenségét, fajtáját, sajátosságait és a vetítéskor bekövetkező torzulások mértékét is.

A hosszak, szögek és területek torzulását a torzulási viszonyokkal (modulusokkal) jellemezhetjük (1.2. - 7-8. ábra).



1.2- 7. ábra: Torzulási viszonyok I.



1.2. - 8. ábra: Torzulási viszonyok II.

Hossztorzulási viszony vagy lineármodulus

Két, egymástól kis távolságra levő A és B alapfelületi pont közti legrövidebb felületi vonal hossza ds. Ugyanezen két pont képfelületi megfelelője A' és B'; a köztük lévő legrövidebb képfelületi vonal hossza ds'. A vetületi hossztorzulásra jellemző érték az

$$l = \frac{ds'}{ds}$$

arány, amelyet hossztorzulási viszonynak vagy lineármodulusnak neveznek.
A különböző vetületeket megvizsgálva azt látjuk, hogy a hossztorzulási viszony egy vetületen belül is a helynek és az iránynak a függvénye. Különleges esetet jelentenek az ún. szögtartó vetületek, amelyeknél a hossztorzulási viszony csak a helynek a függvénye.

Szögtorzulási viszony vagy iránymodulus

Az alapfelületen két egymást A pontban metsző ds távolság δ szöget zár be. Ezek képfelületi megfelelőit létrehozva nyerjük az A pontnak megfelelő A' pontot és δ képi megfelelőjét δ'-t. A vetületi irányok torzulására az

$$i = \frac{tg\,\delta'}{tg\,\delta}$$

arány jellemző, amelynek neve szögtorzulási viszony vagy iránymodulus.
Azok a vetületek, amelyekben a szögek változatlanok maradnak, azaz torzulást nem szenvednek (i=1), szögtartóak.
A szögtartó vetületek szögtorzulási viszonyai tehát minden pontban és minden irányban eggyel egyenlőek.

Területtorzulási viszony

A területtorzulásra jellemző értéket vizsgálva egy kis terület nagysága az alapfelületen df, a képfelületen ennek megfelelője df'. A

$$\tau = \frac{df'}{df}$$

arány a vetület területtorzulását jellemzi, neve területtorzulási viszony vagy területi modulus.
A területtorzulási viszony a hossztorzulási és szögtorzulási viszony már megszabják, hiszen a területtorzulás függvénye a hosszak és a szögek torzulásának.
A vetületi egyenletek alkalmas megválasztásával, tehát megfelelő vetületekkel elérhető, hogy területtorzulás következik be, ez esetben

$$\tau = \frac{df'}{df} = 1$$

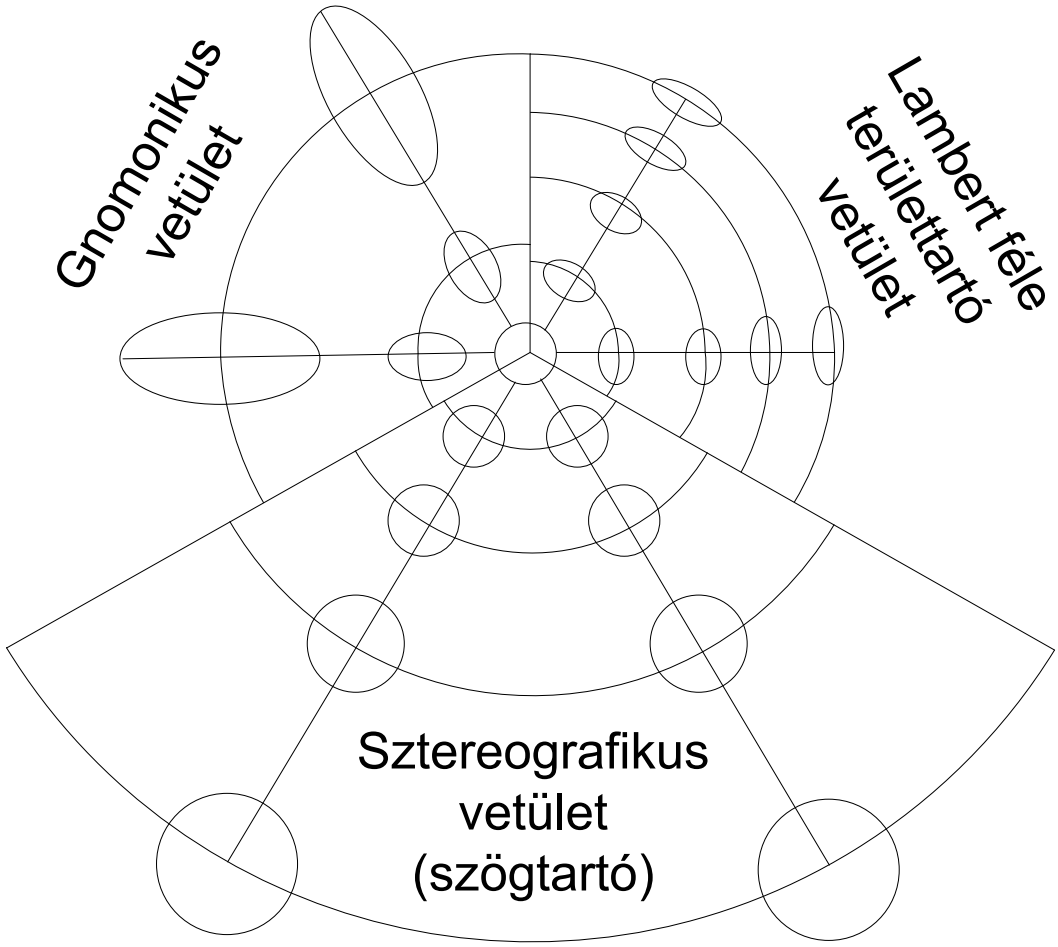
Olyan térképi vetület, amely minden pontjában szögtartó és egyszersmind területtartó, nincs. Vannak olyan vetületek, amelyeknek bizonyos irányai hossztorzulást nem szenvednek, azaz ezekben az irányokban a hossztorzulási viszonyok az egységgel egyenlők.

Minden irányban hossztartó vetület nem létezik. Az a vetület, amely se nem szögtartó, sem pedig nem területtartó, általános torzulású vetület. Bármely csoportba tartozzék is a vetület, mindig van rajta egy vagy több pont vagy vonal, amelynél semmiféle torzulás nincsen, tehát mind a három fajta torzulási viszony az egységgel egyenlő. A torzulások ettől eltávolodva általában növekvő mértékben eltérnek az egységtől.

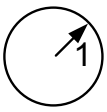
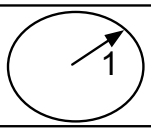
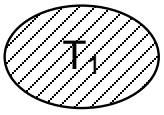
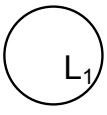
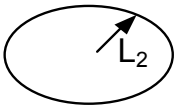
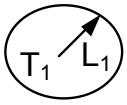
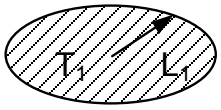
A torzulásokat az ún. torzulási ellipszis (v. Tissot féle indikatrix) segítségével fejezhetjük ki. N.A. Tissot (1824-1895) francia matematikus alapvető elméletet dolgozott ki a vetületi torzulásokra. Törvénye kimondja, hogy egy alapfelületi elemi kör a térképen ellipszisként jelenik meg. Ennek nagytengelye irányában a torzulás maximális, kistengelye irányában minimális. Ugyanis, ha a Földünket képviselő alapfelületen, a földgömbön valamely adott pont körül kis sugarú kört rajzolunk, ennek a végtelenből jövő párhuzamos sugarakkal vetített képe a vetítősugarakra merőleges képfelületen ellipszis lesz.

Ha az alapfelület más-más pontjaiban vesszük fel a kis köröket, azoknak a képe más és más méretű ellipszis lesz, és más és más lesz az ellipszis tengelyeinek az elhelyezkedése. Ilyenformán az ellipszis alakjának hely szerinti változása a vetület jellemzője. A torzulási ellipszis megadja a hossz-, szög- és területtorzulási viszonyokat (1.2. - 9. ábra).

Ha a torzulási ellipszis a térkép minden pontjában kör a vetület szögtartó. Ha a torzulási ellipszis felülete a térkép minden pontjában megegyezik az egység sugarú kör felületével, a vetület területtartó. A torzulási ellipszis tengelyei a legnagyobb és a legkisebb torzulás irányába mutatnak. A torzulások ismerete a térkép kvantitatív használatánál elengedhetetlen (1.2. - 10. ábra).



1.2. - 9. ábra: Tissot-féle torzulási ellipszisek

Az egységnyi sugarú kör képe az alapfelületen	Az egységnyi sugarú kör képe a vetületen [Tissot-féle indikatrix]
Szögtartó vetület	
	
Területtartó vetület	
	 $T_1 = T_2$
Egyes irányokban hossztartó vetület	
	 $L_1 = L_2$
Általános torzítású vetület	
	 $T_1 \neq T_2$ $a_1 \neq a_2$

1.2. - 10. ábra: Tissot-féle indikatrix alakja különböző torzulások esetén

1.2.3. A vetületek elnevezése és csoportosítása

Szokás a vetületeket első szerkesztőjükről, esetleg jelentősebb alkalmazójukról személynévvel elnevezni (pl. Mercator, Gauss-Krüger, Eckert féle vetület). Gyakran képfelületéről és valamely közelebbi vetülettani sajátosságáról jelölik meg a vetületeket (pl. négyzetes hengervetület, területtartó kúpvetület). Megjelölésül szolgálhat még néhány sajátos elnevezés, amelyet a történelem során kaptak a vetületek (pl. ortografikus, sztereografikus vetület).

A vetületek csoportosítása:

A képfelület jellege szerint megkülönböztetünk sík-, kúp- és hengervetületeket (1.2. - 11-16. ábra).

Az alapfelületek és a képfelületek kölcsönös helyzete szerint a következő eseteket különböztetjük meg.

Ha az alapfelület (földgömb, ellipszoid) forgástengelye és a képfelület tengelye egybeesik, a vetület normális, vagy poláris. (A képfelület tengelyén a kúppalást és a hengerpalást forgástengelyét illetve a képsíkra merőleges egyenest értjük.) Ha az alapfelület és a képfelület tengelye merőleges egymásra, a vetület transzverzális vagy ekvatorális. Ha az alapfelület és a képfelület tengelye hegyes szöget zár be egymással, a vetület ferdetengelyű vagy meridionális. Ha a képfelület érinti az alapfelületet, a vetület érintő, ha metszi, a vetület metsző. Ha nincs közös pontjuk, lebegő elhelyezésről beszélünk.
A vetületek csoportosítása a képfelület jellege és az alapfelület kölcsönös helyzete szerint a.,poláris, b.,transzverzális, c., meridionális helyzet.
Az előállítás elve szerint perspektív és nem perspektív vetületek amelyek csak matematikai úton képezhetők.
A fokhálózati kép alakulása szerint megkülönböztetünk valódi és képzetes vetületeket.

Valódi egy vetület, ha:

- poláris elhelyezésben a meridiánok (más elhelyezésben a segédmeridiánok) képei egyenesek és egy pontban (ez lehet a végtelenben is) futnak össze.
- a (segéd-) paralelkörök képei koncentrikus körök vagy körívek, amelyeknek középpontja az a pont, melyben a (segéd-) meridiánok képei találkoznak.
- a fokhálózati vonalak képei egymást derékszögben metszik.

Ha a fenti három követelmény közül valamelyik nem teljesül, a vetület képzetes.
A torzulási viszonyok alapján megkülönböztethetünk

- általános torzulású,
- szögtartó és

- területtartó vetületeket.

Megjelölhetjük még azon irányokat (pl. meridiánokat), amelyek mentén a terület hossztartó.

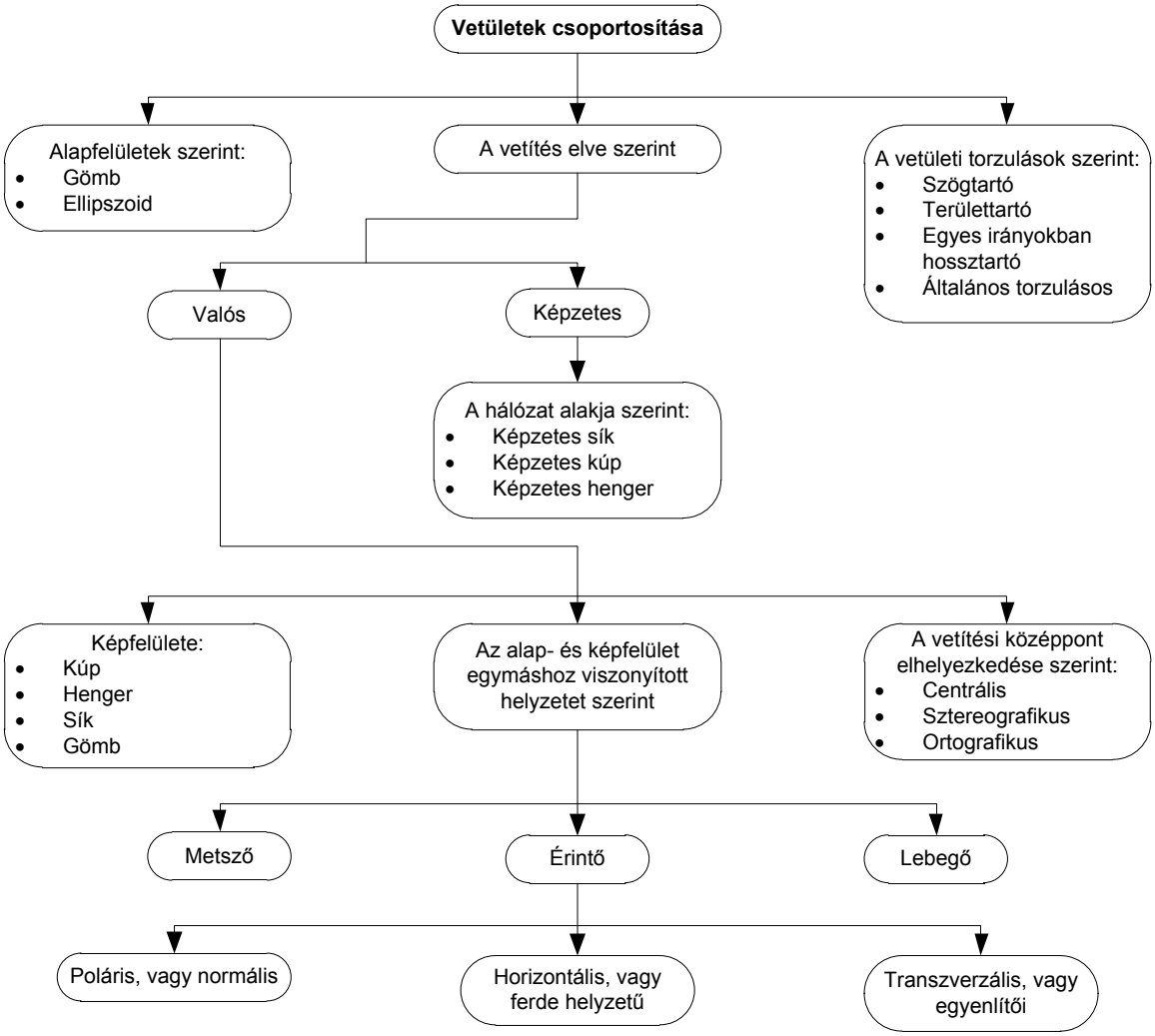
Felhasználás szerint a következő vetületcsoportokat különböztetjük meg:

Geográfiai vetületek: Ezek a kis méretarányú földrajzi térképek ábrázolásához használják, melyek alapfelülete rendszerint félgömb. Szerkesztésük során a fokhálózat képét vetítik a képfelületre, a többi térképi vonalat interpretációval szerkesztik.

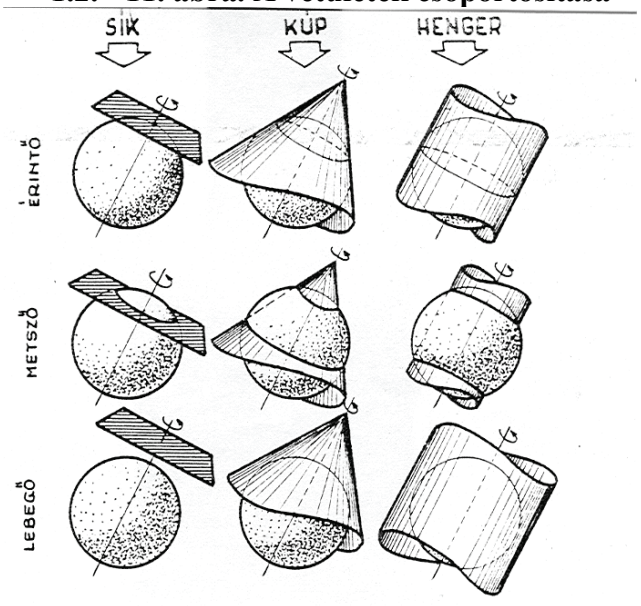
Geodéziai vetületek: Ezekkel készülnek a topográfiai térképek, a nagy méretarányú térképekhez pedig geodéziai vetületeket használnak. Alapfelületük az ellipszoid, a képfelületre a vetületi egyenletek alapján a vízszintes alappontokat (felsőrendű háromszögelési pontokat) vetítik. A geoidot jól megközelítő ellipszoid is elég nehezen kezelhető matematikailag. Ezért a vetítést - esősorban a geodéziai vetületek esetében - gyakran két lépésben végezzük el.

Az ellipszoidról a pontokat általában először gömbre vetítik. Ez a Gauss-gömb, amely általában a vetületi rendszer középmeridiánján érinti az ellipszoidot és görbületével legjobban simul annak egy meghatározott részéhez (pl. Magyarország területéhez).

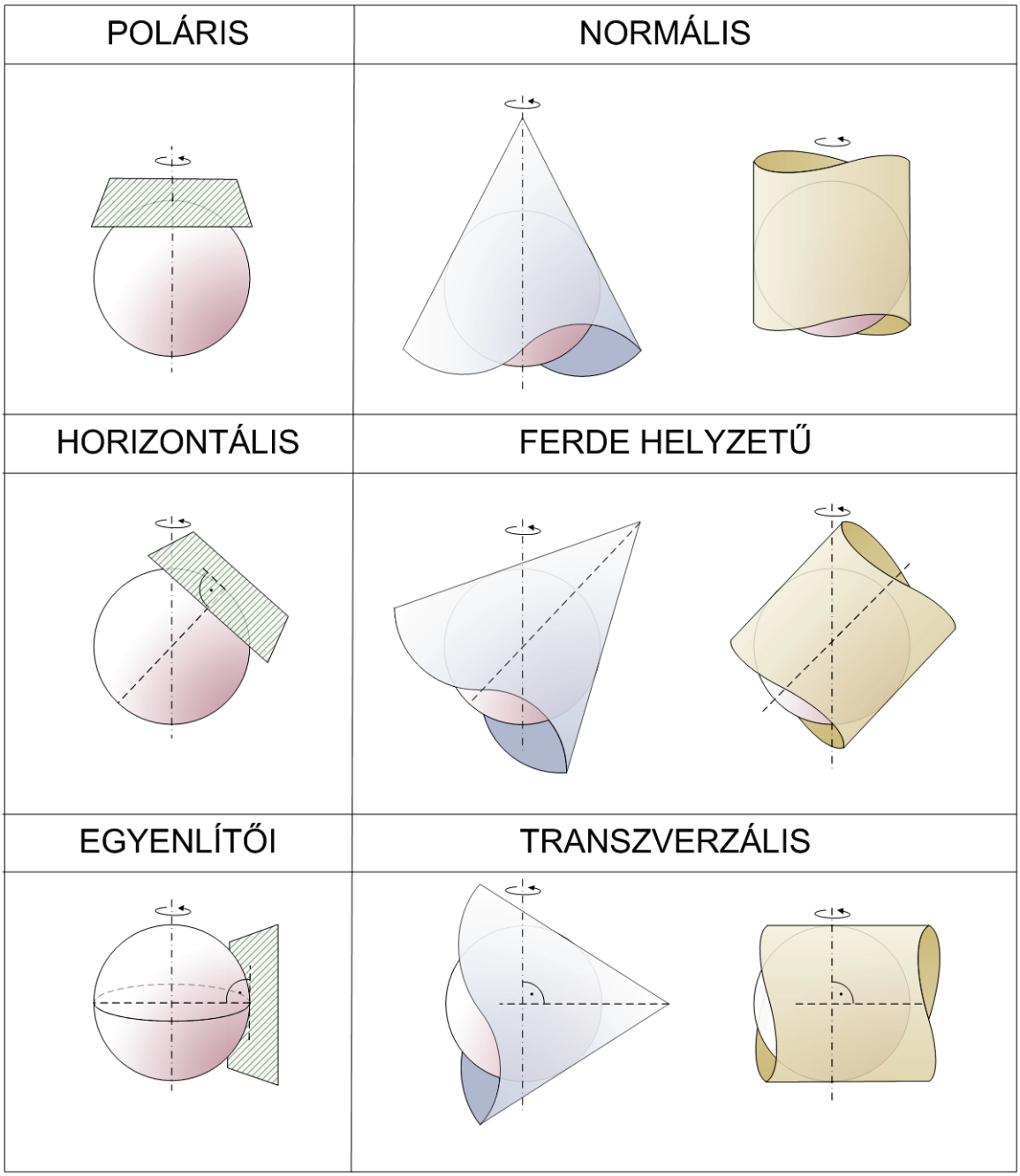
A második lépésben a pontokat a Gauss-gömbről vetítik valamilyen módon síkra vagy síkba fejthető felületre. A kisméretarányú földrajzi térképek szerkesztésekor elegendő a számításokat gömb alapfelületre végezni.



1.2. - 11. ábra. A vetületek csoportosítása

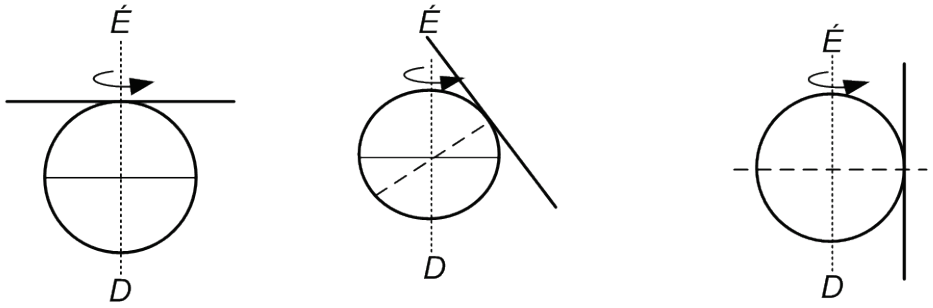


1.2. - 12. ábra: A vetületek csoportosítása az alapfelület és a képfelület egymáshoz viszonyított helyzete alapján



1.2. - 13. ábra: Az érintő helyzetű vetületek csoportosítása I.

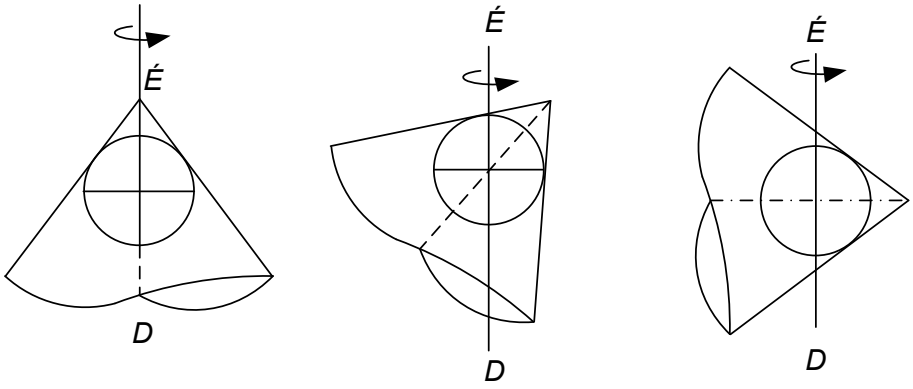
Síkvetületek



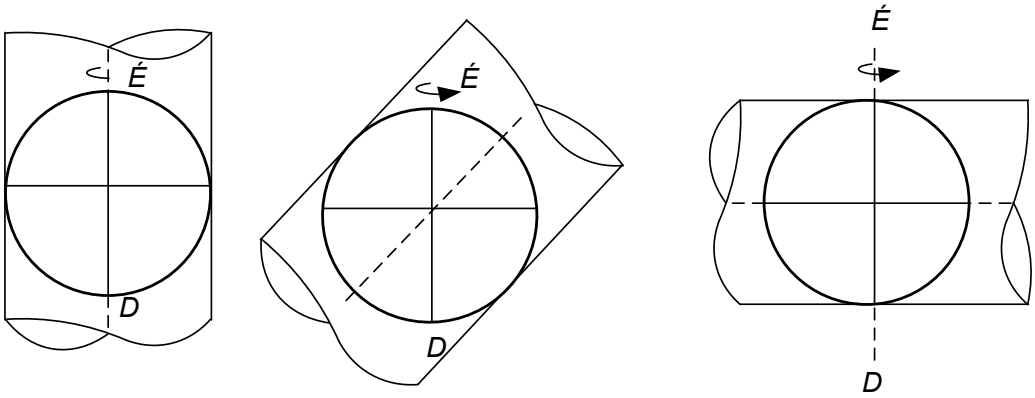
Poláris vagy normális Tranzverzális helyzet Meridionális

1.2. -14. ábra: Az érintő helyzetű vetületek csoportosítása II.

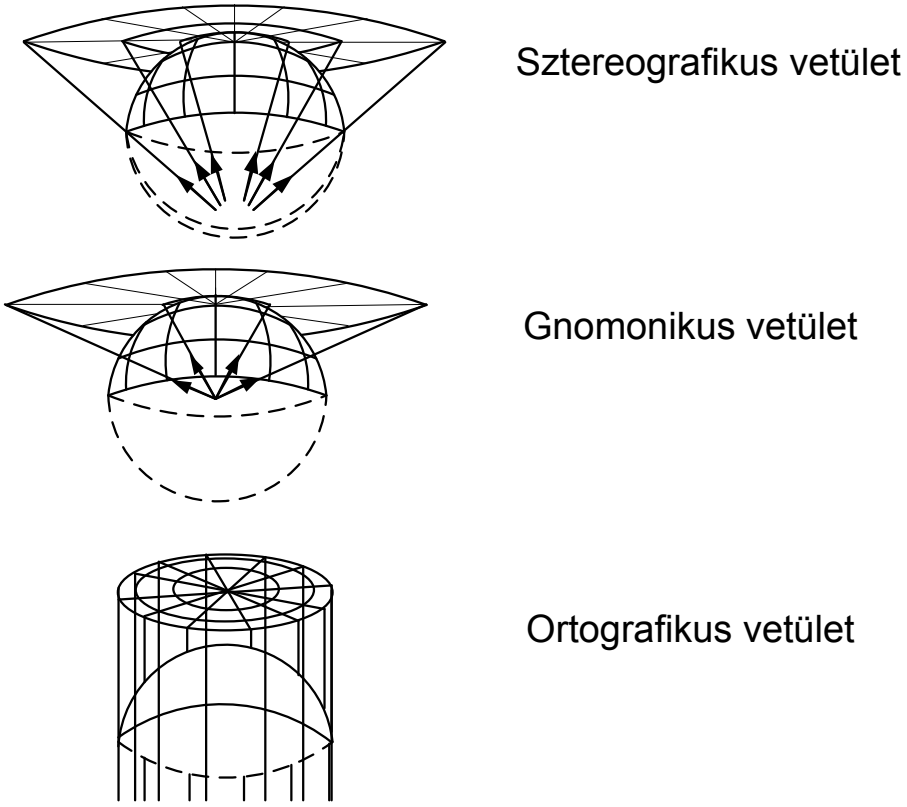
Kúpvetületek



Hengervetületek



1.2. -15. ábra: Az érintő helyzetű vetületek csoportosítása III.



1.2. -16. ábra: A vetítési középpontok különböző elhelyezkedéséből keletkező vetületek.

1.2.4. A valódi vetületek

A valódi sikvetületek (azimutális vetületek)

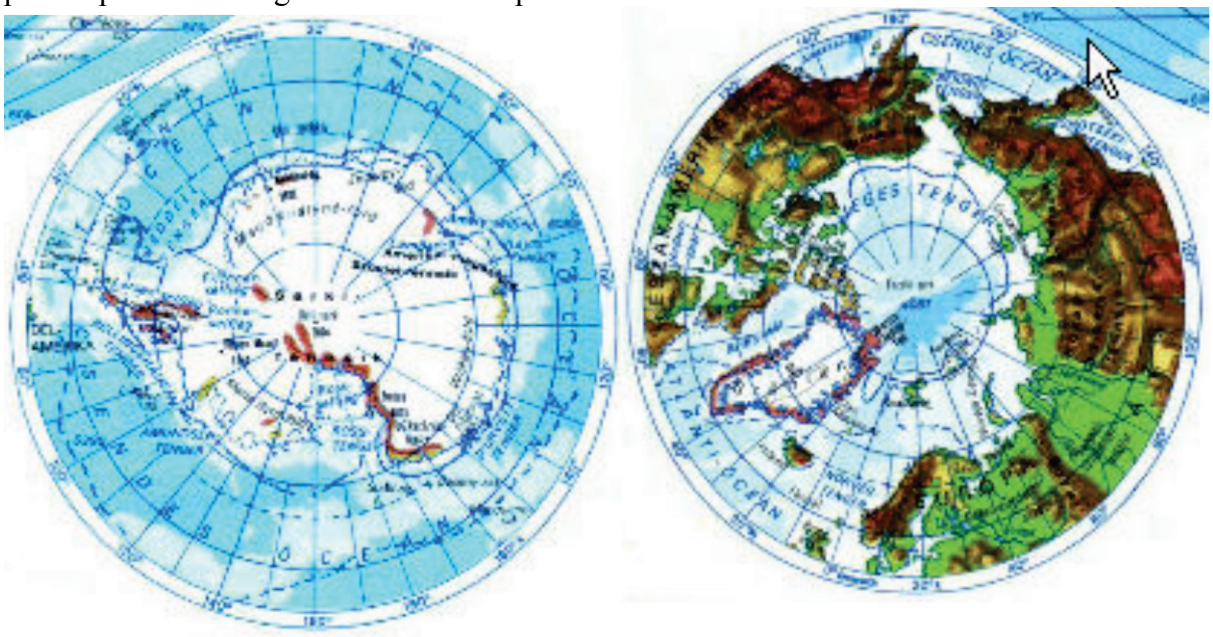
Az azimutális vetületek képfelülete a gömböt érintő sík (1.2. - 16. ábra).

Jellemző tulajdonságai a következők:

- Az érintési ponton - azaz a vetületi kezdőpontban, amelyet az ábrázolandó terület középpontjába célszerű helyezni - az átmenő legnagyobb gömbi körök képei olyan sugársort alkotnak, amelyek sugarai ugyanazokat a szögeket zárják be egymással, mint a megfelelő gömbi körök az alapfelületen (tehát szögtorzulást nem szenvednek). Ezt a tulajdonságot nevezik azimutálisságnak.
- A (segéd-) pólustól egyenlő távolságban lévő alapfelületi pontok képei egyenlő távolságra fekszenek a vetületi kezdőpont képétől. Ez a tulajdonság a zenitálisság.
- A földrajzi fokhálózat illetve segédfokhálózat vonalai merőlegesen metszik egymást, miként a Földön a hosszúsági és szélességi körök (1.2. -17-23.).
- A vetületi kezdőponttól egyenlő távolságra lévő pontokban a torzulások egyenlők. A síkfelületek tulajdonságait meghatározzák a poláris koordinátákat megadó vetületi egyenletek, az ún. sugárhajlás (n) és sugárfüggvény (q):

$$n = \frac{\lambda'}{\lambda} = 1 \qquad q = f(\beta)$$

λ' a képfelületen, λ az alapfelületen számított földrajzi hosszúság, ahol β a pólustávolság, q a pont képének távolsága a vetületi kezdőponttól.

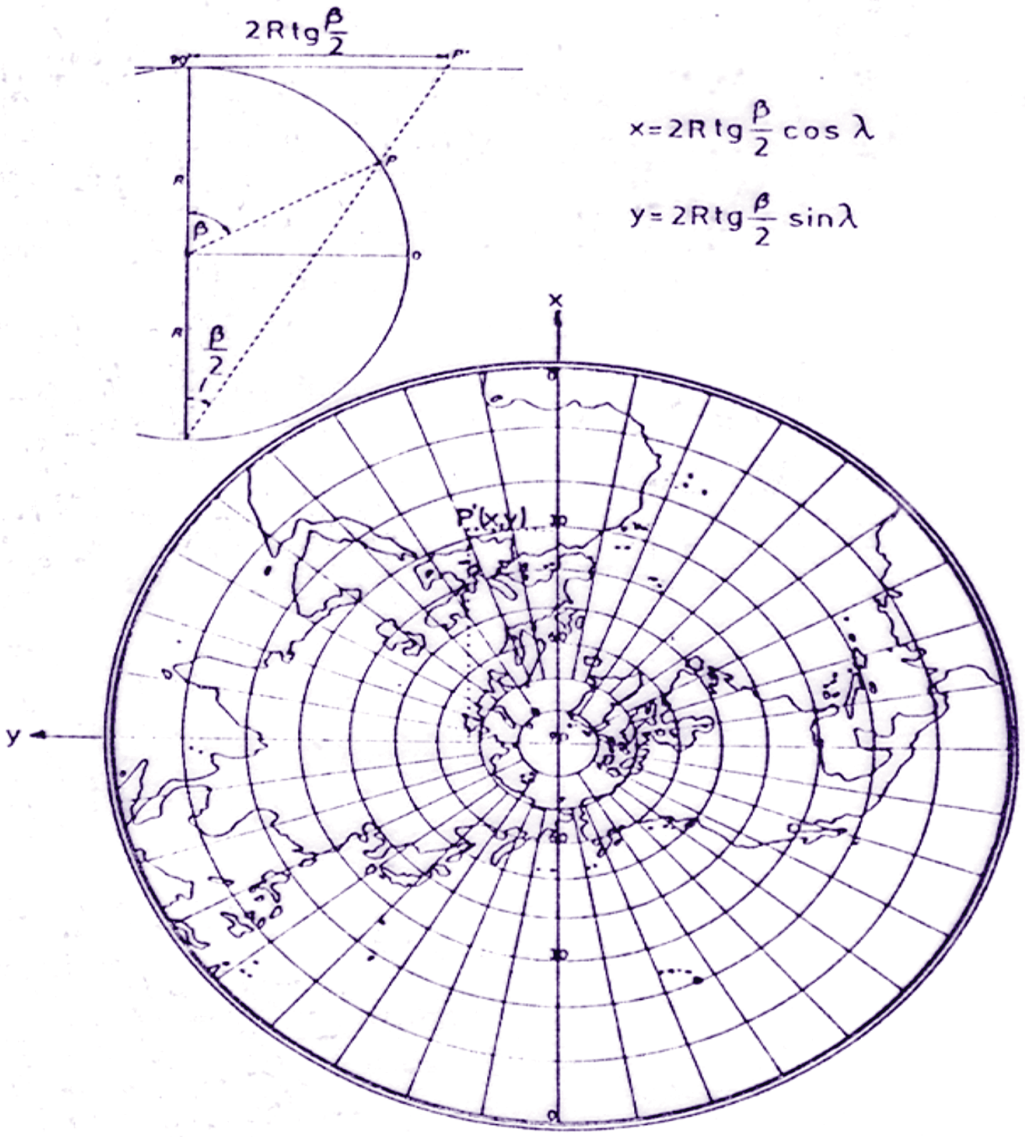


1.2. -17. ábra: Síkvetületek

A sztereografikus vetület valódi, perspektív síkvetület (1.2. - 16. ábra). A vetítési központ a vetületi kezdőpontnak ellenlábas pontja. Ezt a vetületet már Hipparkhosz (ie. 160-125) használta az égbolt ábrázolására. Mivel e vetületnél a körnek mindig kör felel meg, általában szívesen alkalmazták csillagászati térképekhez. A Föld ábrázolására először a holland Reinerszoon

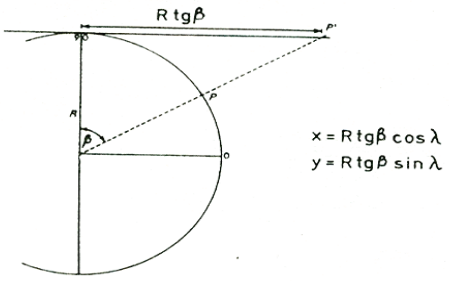
Gemma Frisius (1508-1555) alkalmazta. Az elnevezés Francois de Aiguillontól (1566-1617) származik. A sztereografikus vetületet, éppen úgy, mint a többi síkvetületet is, általában félgömb ábrázolásához alkalmazzák. Magyarországon az 1900-as évek elejéig geodéziai vetületként használták.

A gnomonikus vagy gömbközépponti vetület, melyet már az ie. VI. században Thalész ismert, azért fontos mert rajta az ortodrómák egyenes vonalakként ábrázolódnak (1.2. - 17. ábra). A vetítési középpont a gömb középpontjában van.



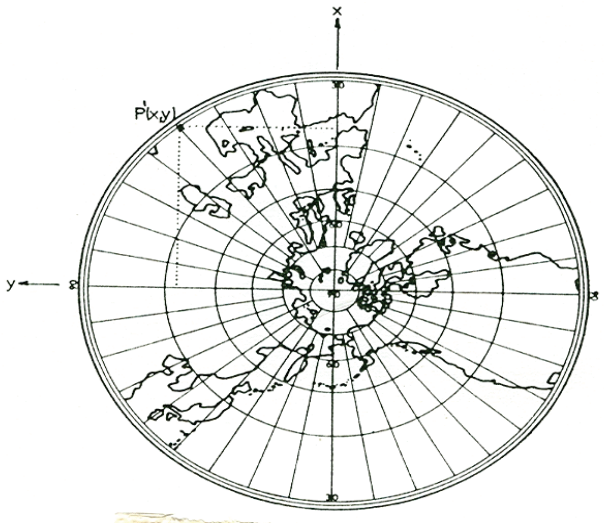
1.2. -18. ábra: Sztereografikus síkvetület

Az ortografikus vetületeknél (1.2. -18. ábra) a vetítési középpont a végtelenben van, és a vetítő sugarak egymással párhuzamosak. A vetületet ferde tengelyű elhelyezkedésben akkor alkalmazzák, ha a félgömb fokhálózatát perspektivikusan akarják ábrázolni, tehát mintha nagy távolságból tekintenénk rá. Szerkesztését Appolóniusznak (ie. 260-170) tulajdonítják. Gyakran alkalmazzák a Hold ábrázolására.



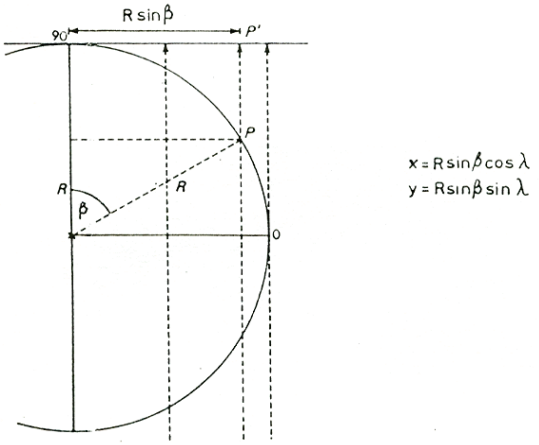
Gnomonikus vetület

gömbközépponti



ie. IV. sz.Thalész
az ortodrómák egyenesek

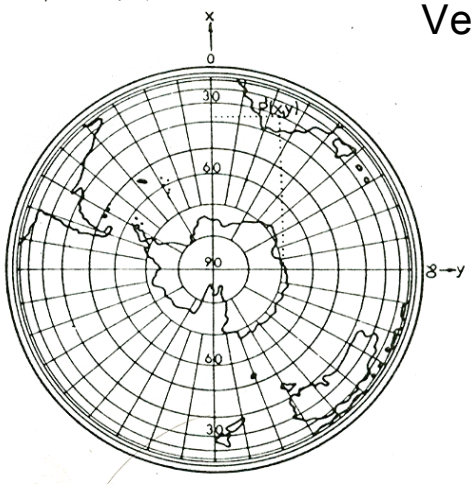
1.2. -19. ábra: Gnomonikus síkvetület



Az ortografikus vetület

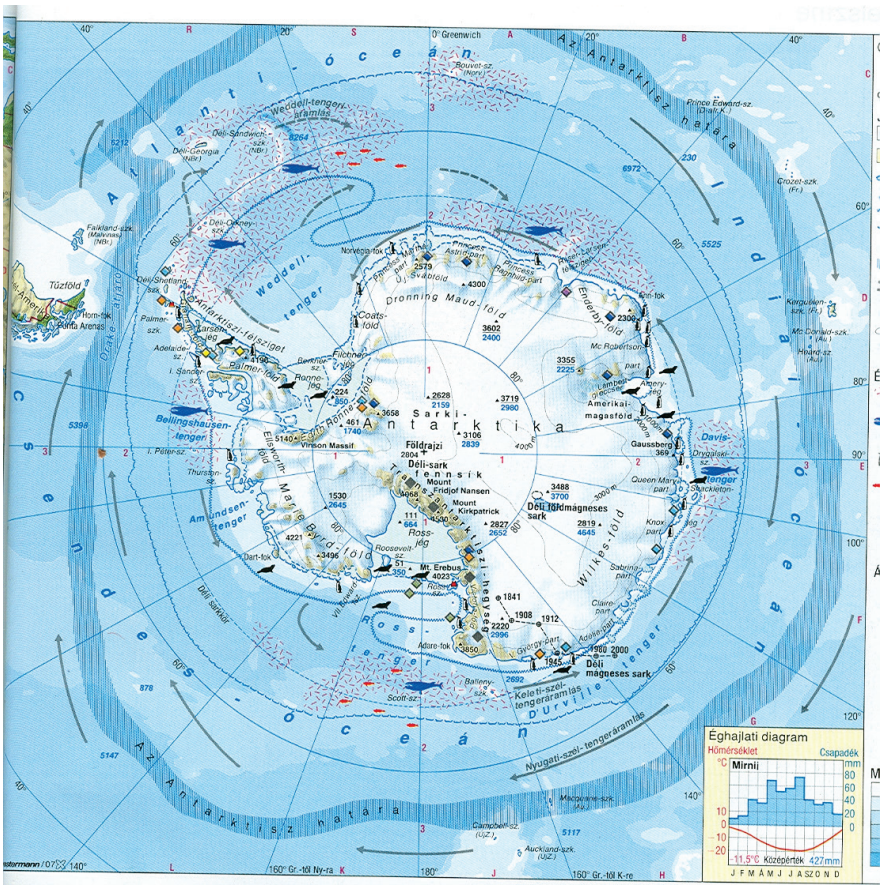
Ie.260 Appolóniosz
Hold ábrázolás

Vetítési kp. a végtelenben

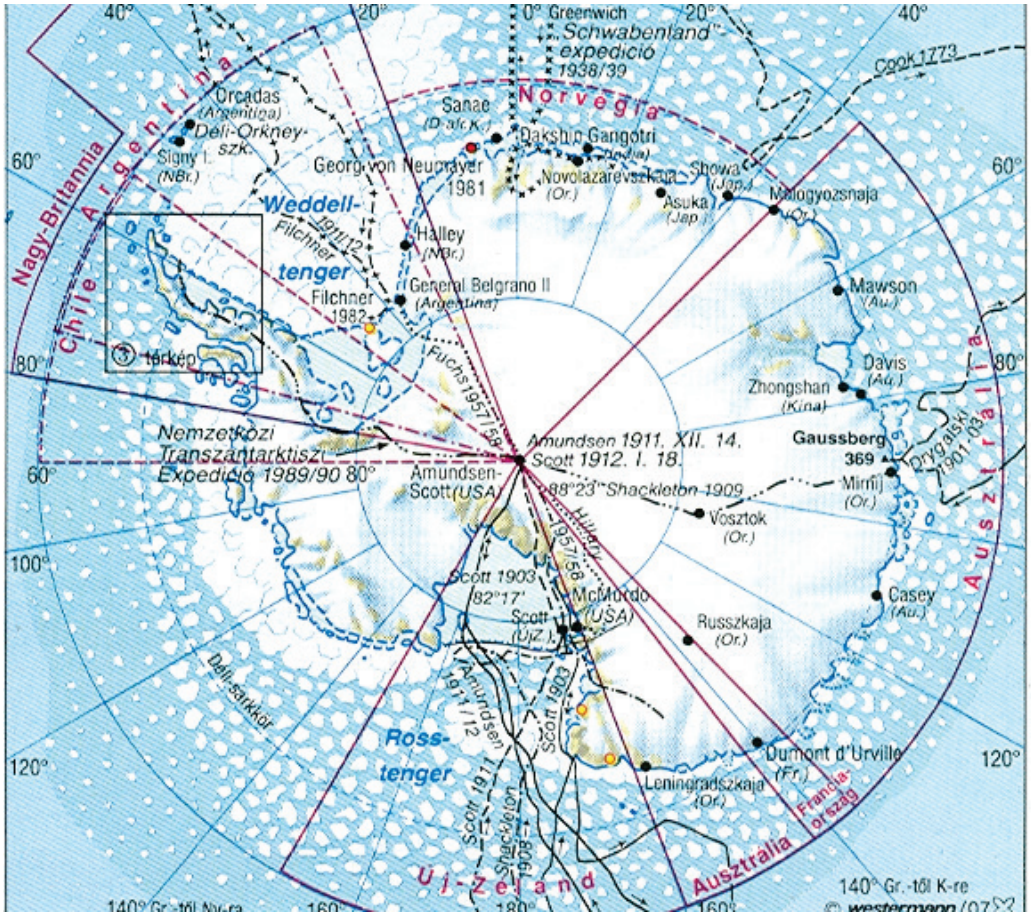


1.2. -20. ábra: Ortografikus síkvetület

1.2. -21. ábra: Síkvetületek az atlaszokban I.



1.2. -22. ábra: Síkvetületek az atlaszokban II.



1.2. -23. ábra: Síkvetületek az atlaszokban III.

A valódi hengervetületek

Gömbnek hengerre történő vetítésénél a henger az egyenlítő mentén vagy valamely más gömbi főkör mentén érintheti vagy metszi a gömböt (1.2. -24. ábra).

1.2. - 24. ábra: Hengervetület

A valódi hengervetületeket négy dolog jellemzi:

- a hosszúsági körök a (segéd-) meridiánok képei egymással párhuzamos egyenes vonalak;
- a szélességi körök a (segéd-) paralelkörök képei ugyancsak egymással párhuzamos egyenes vonalak;
- a hosszúsági és szélességi körök képei derékszögben metszik egymást;
- érintő hengernél az egyenlítő (vagy az érintési legnagyobb gömbi kör), metsző hengernél a két metsző kör hossztartó.

A hengervetületek szerkesztése derékszögű koordináták segítségével tehát egyszerű.

Sarki (normális) elhelyezésnél az x tengely az egyenlítő (metsző esetben egy tetszőleges szélességi körpár), az y tengely a térkép középső hosszúsági köre.

Egyenlítői (transzverzális) elhelyezésnél x tengely az érintő hosszúsági kör, mint segédegyenlítő, y tengely az Egyenlítő mint segédmeridián (segédkezdő-meridián).

Ferde tengelyű elhelyezésnél x tengely az érintő legnagyobb gömbi körnek, mint segédegyenlítőnek egyeneseként jelentkező képe, y tengely a henger tengelyének döféspontján mint segédpóluson és a póluson átmenő hosszúsági kör egyeneseként jelentkező képe.

Sarki elhelyezésnél a szélességi körök képei az x tengellyel párhuzamos egyenesek, melyek egymástól mért távolsága a vetítés módjától, tehát a vetületi törvényszerűségektől függ. Mivel az egyenlítő hossztorzulástól mentes, a hosszúsági körök képei az x tengelyt ugyanolyan távolságokban metszik, mint a megfelelő hosszúsági körök az egyenlítőt a gömbön. (Metsző és normális helyzetben a hosszúsági körök képeinek egymástól való távolsága ugyanakkora, mint amilyen távolságokban a megfelelő hosszúsági körök a szélességi köröket metszik.)

A valódi hengervetületeknél sarki (normális) elhelyezésben az y koordináta kizárólag a földrajzi szélesség, az x sík koordináta pedig a földrajzi hosszúság függvénye. A torzulás érintő helyzetben az egyenlítőn egységnyi, attól a pólusok irányában távolodva növekszik.

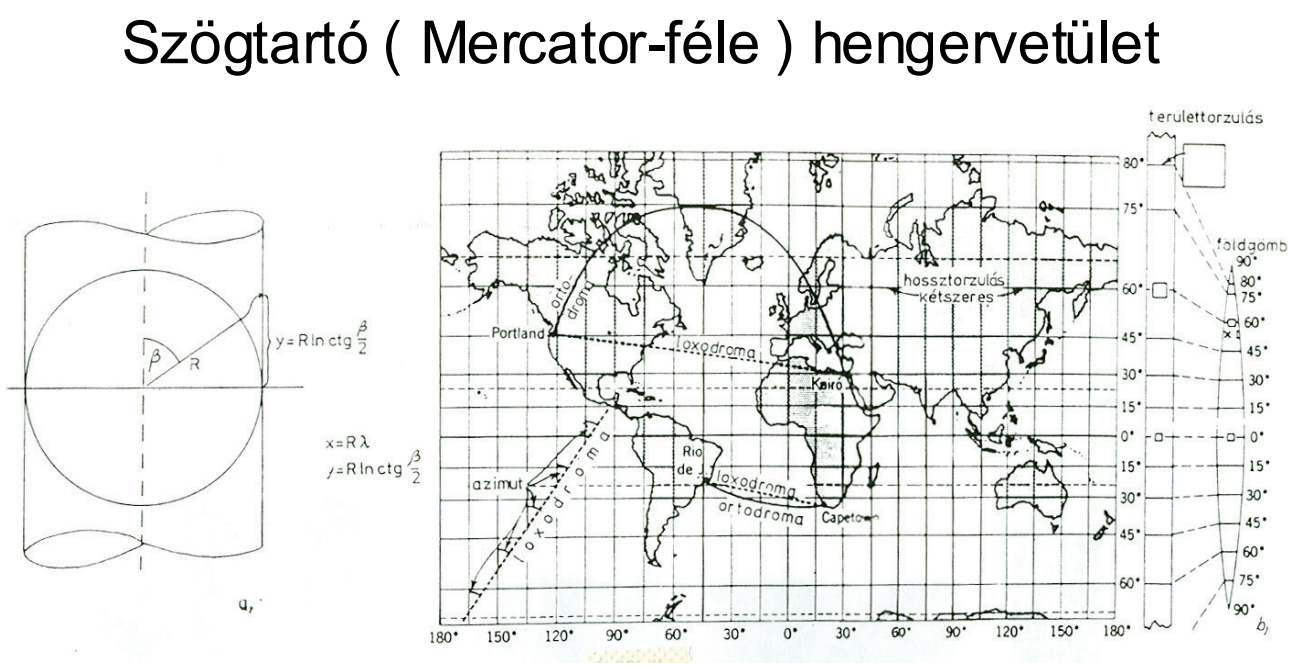
Az ókortól napjainkig gyakran használt hengervetületek között kiemelkedő helyet foglal el a szögtartó hengervetület hossztartó egyenlítővel, mert a tengeri és légi navigáció térképeinek leggyakrabban alkalmazott vetülete. Mercator alkalmazta először ezt a vetületet 1569-ben. Népszerűségét annak köszönheti, hogy rajta a loxodróma egyenes vonal, így két pont között a hajó vagy repülőgép útvonala az irányszögek és hosszak ismeretében könnyen megszerkeszthető. Ezt a vetület szögtartó volta nagymértékben megkönnyíti (1.2. - 25. ábra).

A Mercator térképet hosszú útvonalak tervezésénél is segítségül lehet venni, mert az otodrómán csak az azimut folyamatos végtelen számú megváltoztatásával lehetne végighaladni. Ezért az ortodrómát a loxodrómával helyettesítik. Az útvonal helyes beosztásával a loxodrómákból összeállított sokszögvonal igen jól megközelíti az ortodrómát, és ezen a vonalon a hajózás, illetve repülés gyakorlatilag megvalósítható.

A vetület csak kb. a 60° szélességi körig használható, mert itt a hossztorzulás már kétszeres, területtorzulás pedig négyszeres. A pólus egyáltalán nem ábrázolható, képe a végtelenben van.

Ezt a hengervetületet a geodézia is szívesen alkalmazza közvetlen felmérés alapján készített nagy méretarányú térképek vetületéül. Ilyen célra azonban ferde, illetve transzverzális elhelyezkedésben szerkesztik.

A ma széles körben elterjedt topográfiai vetületrendszereknek (UTM-rendszer, Gauss-Krüger-rendszer) is a transzverzális Mercator-vetület az alapja.



1.2. - 25. ábra: Mercator -féle hengervetület

Magyarországon az állami földmérés 1908-ban vezette be az ország térképezéséhez a ferdetengelyű szögtartó hengervetületet, melyet 1949-ben a Gauss-Krüger-féle egyenlítői (transzverzális) helyzetű, érintő szögtartó hengervetület váltott fel. A transzverzális elhelyezésű szögtartó hengervetületet hossztartó középmeridiánnak Gauss alakította ki, majd Heinrich Krüger (1857-1923) tökéletesítette. A múlt század derekán kidolgozott Gauss-Krüger-féle vetület napjainkig is az egyik legkorszerűbb geodéziai vetület.

Az USA és a NATO-államok a Föld 80° északi és déli szélességi körei közé eső területek katonai térképezése céljára a transzverzális helyzetű metsző hengert alkalmazzák képfelületnek.

Az UTM- (Universal Transversal Mercator) vetületet a Nemzetközi Geodéziai Társulás (IAG) 1951-ben országos térképezés céljaira is alkalmasnak ítélte.

A transzverzális elhelyezésű hengerek az UTM rendszerben a Hayford-féle ellipszoid két hossztartó körív mentén metszik, a középmeridiántól $1^o37'15''$ távolságra. A vetítést csak a középmeridián $3\text{-}3^o$-os környezetében végzik el, majd a hengert elforgatják. Konvenció szerint a greenwichi meridián segédmeridián. Ez a vetület sok nemzetközi térképműnek az alapja, így a NATO térképeké is.

A valódi kúpvetületek

A valódi kúpvetületek képfelülete a gömböt érintő, metsző vagy lebegő kúppalást (1.2. - 26-27. ábra).

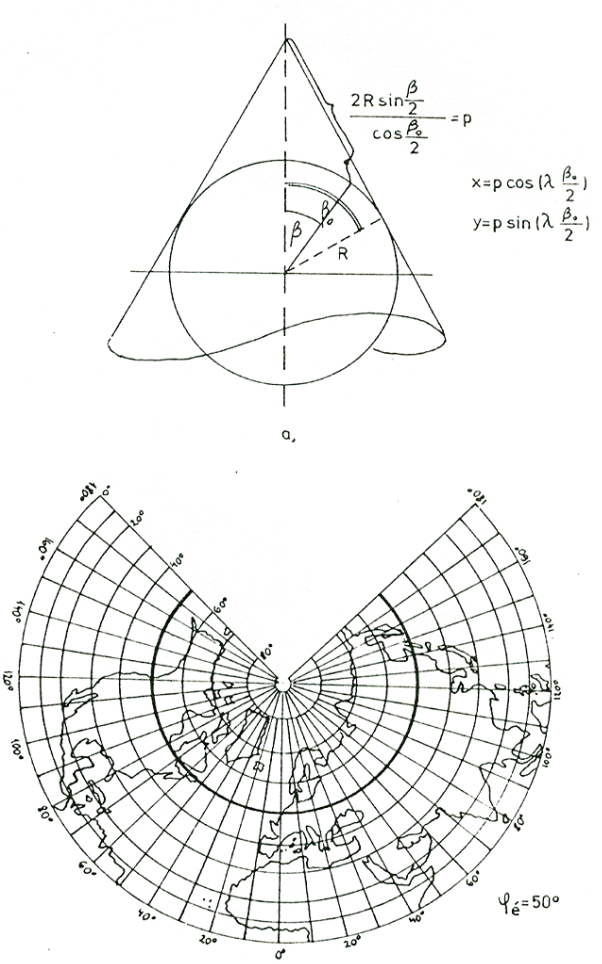
Jellemző tulajdonságaik a következők:

- A (segéd-) meridiánok képei egyenes vonalak, amelyek egy pontban metszik egymást. Ez a pont azonban nem mindig a pólus képe.
- A (segéd-) meridiánok képei a képfelületen mindig kisebb szöget zárnak be egymással, mint az alapfelületen. A (segéd-) meridiánok által a képfelületen és az alapfelületen bezárt szög viszonya - a sugárhajtás - ugyanannál a hálózatnál állandó

$(\frac{\lambda'}{\lambda} = n < 1)$

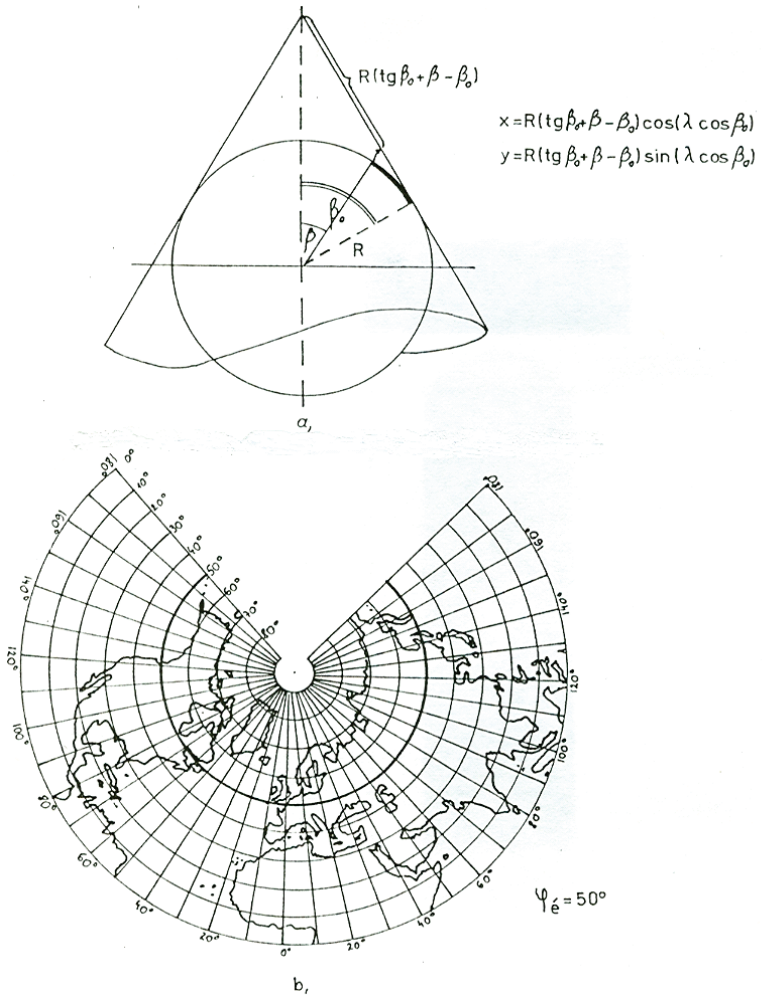
- A (segéd-)paralelkörök a képfelületen koncentrikus körívek, melyeknek sugara (p) a sugárfüggvény
- $P_\varphi = f(\varphi)$ *vagy* $P_\beta = f(\beta)$ y:
- A (segéd-)meridiánok és (segéd-)paralelkörök képei derékszögben metszik egymást. A torzulások a (segéd-) paralelkörök mentén egyenlő értékűek.

Ha a kúp egy (segéd-) paralelkör mentén érinti az alapfelületen, akkor a képfelületen ez a (segéd-)paralelkör hossztartó. Metsző kúp esetén a hossztartás a két metszésvonalra vonatkozik. E hossztartó paralelköröket <u>normál paralelköröknek</u> nevezik.



Területtartó (Lambert-féle) kúpvetület (1728 – 1777)
2 hossztartó szélességi köre van

1.2. -26. ábra: Kúpvetületek I.



Meridiánban hossztartó kúpvetület

1.2. - 27. ábra: Kúpvetületek II.

A kúpvetületeknél vagy a képfelület kúp, vagy matematikai úton a síkon a kúpra történő vetítés sajátosságai szerint állítanak elő vetületet. Mivel a második esetben geometriai értelemben vett vetítésről nem beszélhetünk a kúp csupán szimbólumnak vehető. Az ilyen nem perspektív vetületek alkotják a kúpvetületek zömét.

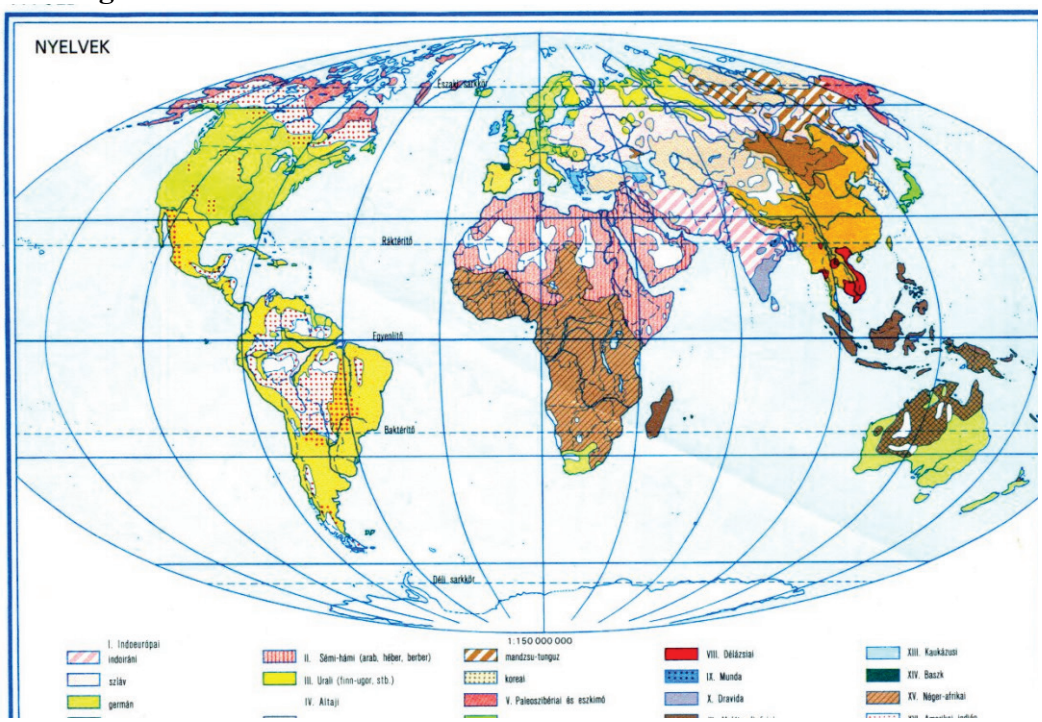
Az egyentávolságú (ekvidisztáns) kúpvetület hossztartó hosszúsági körökkel és egy hossztartó szélességi körrel már Ptolemaiosznál is megtaláljuk, és napjaink atlasz-kartográfiájában is gyakran használják. A vetület nevét arról kapta, hogy hálózatán úgy a szélességi körök, mint a hosszúsági körök közötti távolságok egyenlők. Ennek a vetületnek metsző elhelyezésű változatát két hossztartó szélességi körrel a XVIII. században Joseph Nicolas Delisle (1688-1768) használta először Olaszország ábrázolására.

A területtartó kúpvetületek közül a Johann Heinrich Lambert (1728-1777) által szerkesztett, a szögtartó kúpvetületek közül pedig a Lambert-Gauss-féle a legkedveltebb. Az előző egy, az utóbbi két hossztartó szélességi körrel rendelkezik.

1.2.5. A képzetes vetületek

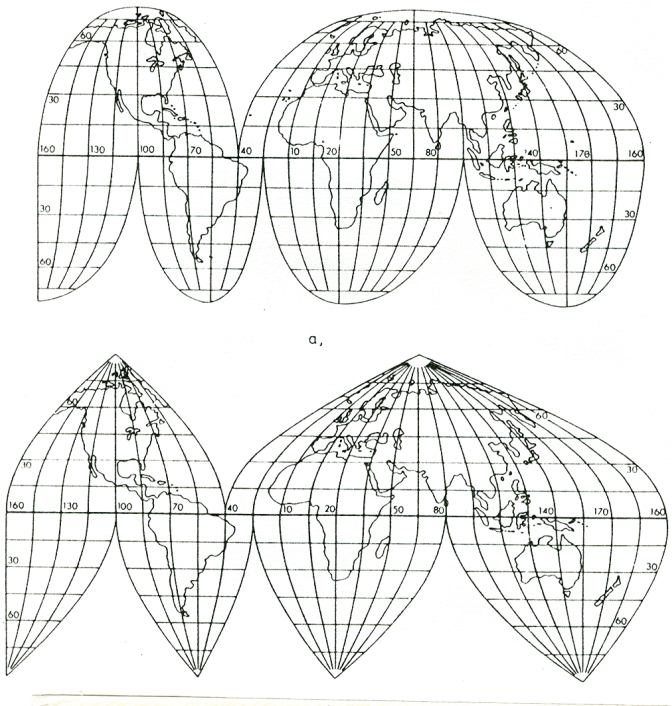
A képzetes vetületek (kúp- és henger vetületek) mértanilag nem definiálhatók. (1.2. - 28. ábra)

A képzetes hengervetületek



1.2. - 28. ábra: Képzetes vetület

Good-féle megszakított képzetes hengervetület

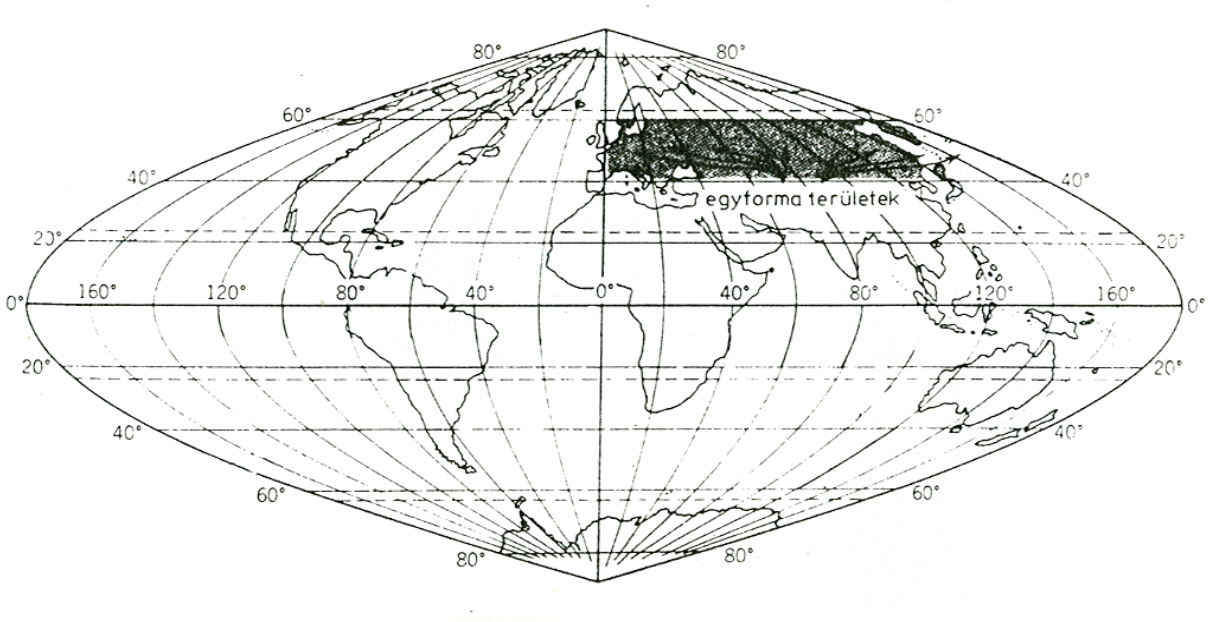


a. Elliptikus vetületből

b. Sinusoidális vetületből

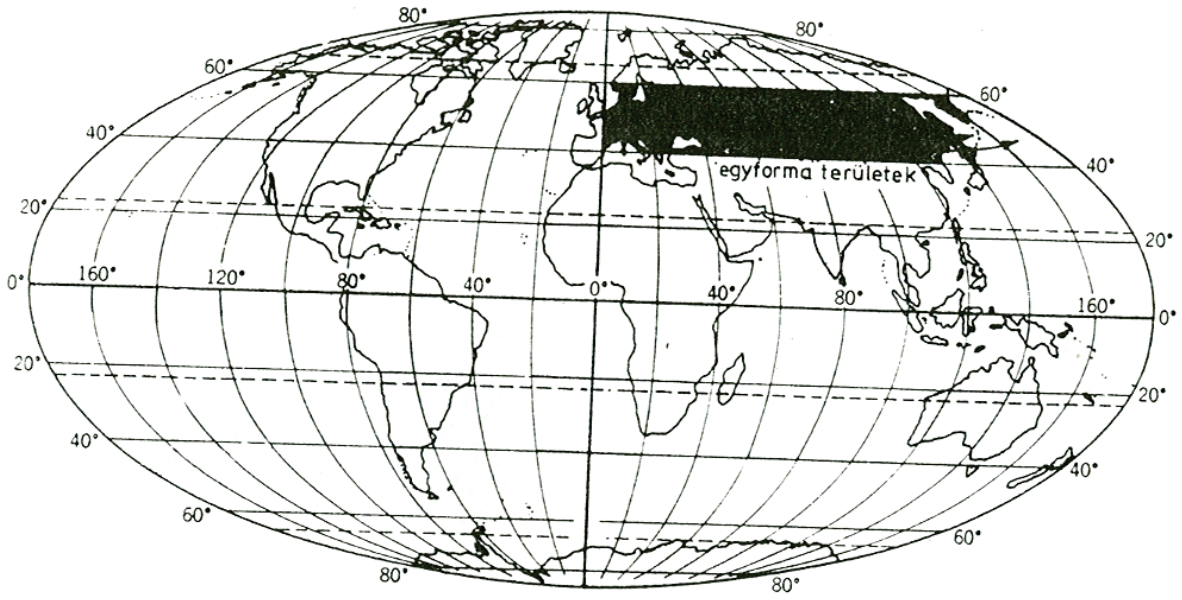
1.2. - 29. ábra: Good-féle képzetes hengervetület

Sanson - Flamstead – Mercator – féle (sinusoidális) területtartó képzetes hengervetület



1.2. - 30. ábra: Különféle képzetes hengervetület I.

Mollweid-féle (elliptikus) területtartó képzetes hengervetület



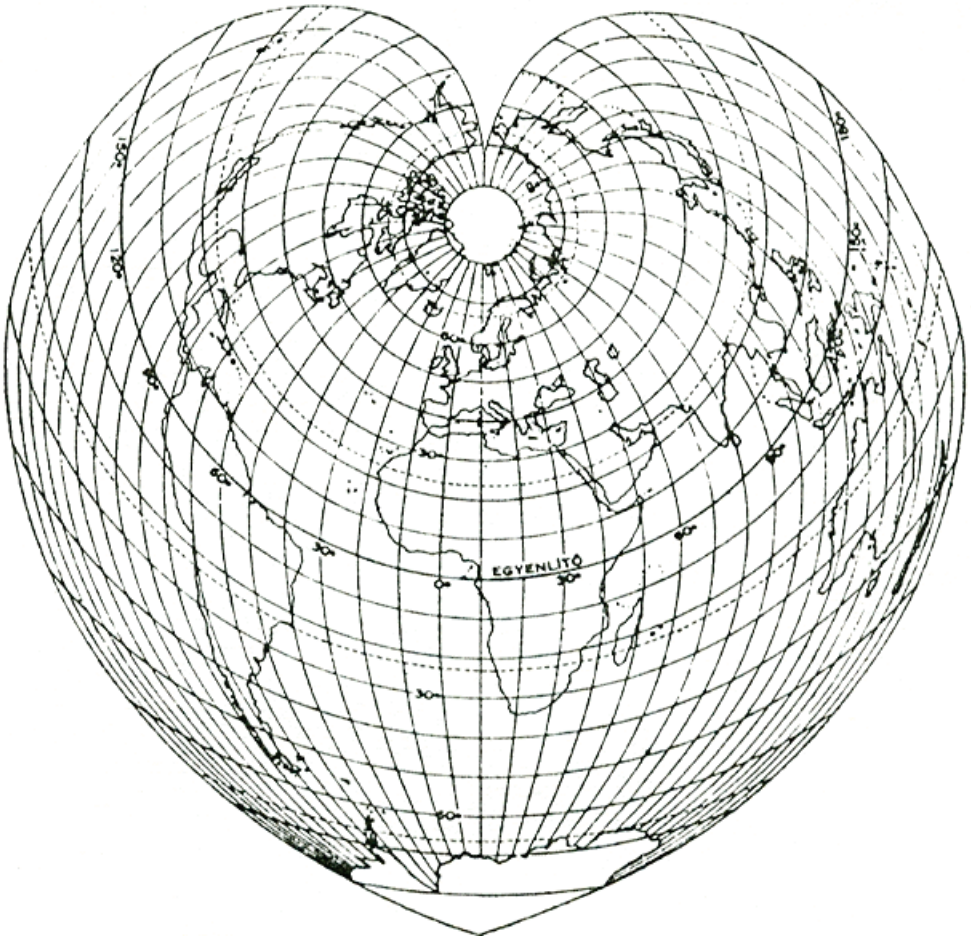
1.2. - 31. ábra: Különféle képzetes hengervetület II.

A képzetes kúpvetületek

A szélességi (paralel-) körök képe - hasonlóan a valódi kúpvetületekhez - (nem szükségszerűen koncentrikus) körív, de a hosszúsági körök (meridiánok) képe már nem egyenes vonal, és a fokhálózati vonalak nem derékszögben metszik egymást (kivéve a középmeridiánt), tehát nem szögtartó vetületek (1.2. - 32-33. ábra).

Ezek a körülmények a valódi kúpvetületekkel szemben lényeges különbséget jelentenek. Fő eltérés ott jelentkezik, hogy a sugárhajtás (n) értéke földrajzi szélességtől függő változó.

A Werner-féle szív alakú képzetes kúpvetület



1.2. - 32. ábra: Werner-féle képzetes kúpvetület

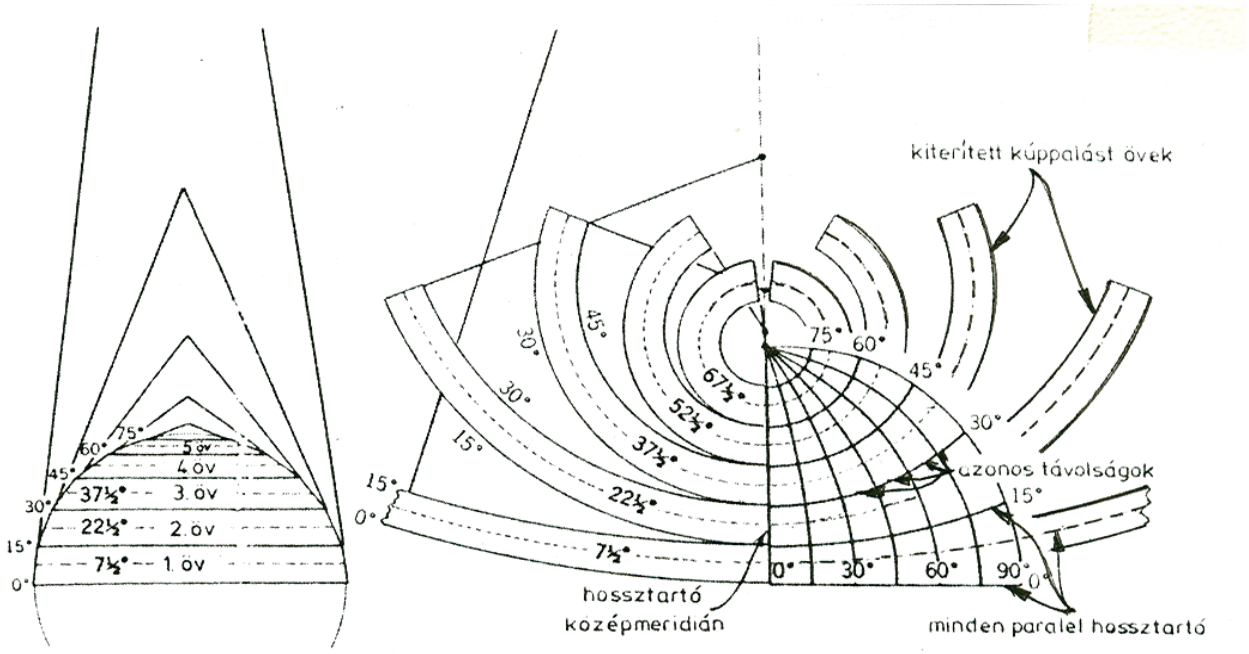
1.2. - 33. ábra: Bonne-féle képzetes kúpvetület

A képzetes kúpvetületek sokaságából a polikónikus vetület kívánkozik kiemelésre. Az 1909-ben Londonban tartott nemzetközi Földrajzi Kongresszus 1:1000000 méretarányú világtérkép vetületi alapjául fogadta el az USA földmérési hivatala által alkalmazott vetületet.

A gyakorlati alkalmazás szempontjából az egyéb képzetes vetületek közül a polikónikus (1.2. - 34. ábra) vetületek a legfontosabbak. Ezeket a vetületeket szemléletesen úgy lehet elképzelni, hogy sok kis gömbövre felosztjuk a gömböt, minden ilyen részt leképezünk egy kúpvetület segítségével, majd a kúppalástokat kiterítjük, és egymás mellé rakjuk. Ezeket persze nem lehet teljesen összeilleszteni, de minél kisebbre vesszük a gömböveket, annál közelebb kerülnek egymáshoz a képeik is. Ezt a felbontást a végtelenségig finomítva kapjuk a polikónikus vetületeket. Számításához az alapgömb felületét szélességi körökkel keskeny gömbövekre osztják, és a gömbövek közepén levő szélességi körökhöz érintő kúpokat fektetnek. Ez a kúpsorozat különböző nyílásszögű kúpokból áll. Valamennyi kúp csúcsa a gömb tengelyén fekszik. Az ábrázoláshoz a szélességi körök által határolt gömböveknek megfelelő csonkakúp palástokat használják fel. Ezek egy hosszúsági kör mentén felhasítva és kiterítve olyan kúpöveket alkotnak, melyek a kezdő (középső) hosszúsági kör mentén érintik egymást a körívek

centrumai egy egyenesen fekszenek, de attól távolodva folyton nagyobbodó rés keletkezik közöttük. A polikónikus vetületek nagy hátránya tehát, hogy legfeljebb 3-4 térképlapot lehet közvetlenül egymáshoz illeszteni.

Polikónikus vetület származtatása



1.2. - 34. ábra: A polikónikus vetület származtatása

A polikónikus vetületeknél a paralelkörök képei nem koncentrikus körívek. A változó földrajzi szélességnek megfelelően más és más kúpvetületen történik az ábrázolás. A normális elhelyezésnél a kúpok közös tengelye egybeesik a Föld forgástengelyével és ezeken helyezkednek el a paralelköröket ábrázoló körívek centrumai.

A küppalástok síkbafejtése után a kúpszalagok csak a középmeridiánnál érintik egymást. Ha a zónákat igen keskenyre (pl. 1 másodperc szélességre) vesszük, akkor az érintő körök közelsége miatt, a szomszédos szalagok nyílása már jelentéktelenné válik és a kép a középmeridiántól bizonyos távolságon belül már összefüggőnek tekinthető. A középmeridiánt a paralelkörök képei valódi távolságuknak megfelelő távolságban metszik. A vetület általános torzulású, a középmeridián és a paralelkörök hossztartóak.

Egyéb képzetes vetületek

Ebbe a csoportba azok a képzetes vetületek tartoznak, amelyeknél a paralelkörök is és a meridiánok is görbe vonalúak. Néhány gyakrabban alkalmazott egyéb képzetes vetület szerkesztési alapja síkvetület (pl. Hammer vetületnél a Lambert-féle síkvetület).

1.2.6. Vetületi rendszerek

Országok részletes felmérésekor az egységes térképezés céljából nagy pontosságú (jelentéktelen hossztorzulású), több képfelülettel rendelkező vetületeket, ún. vetületi rendszereket alkalmaznak. A következőkben a Magyarországon alkalmazott vetületi rendszereket tárgyaljuk.

A magyar országos felmérésnél alkalmazott vetületek

Magyarországon az első országos felmérést 1853-ban kezdték meg a Dunántúlon. A felsőrendű hálózatot nem vetítették síkra, hanem az ábrázolást ún. vetületnélküli rendszerben végezték. Mint az elnevezés is mutatja, ez az ábrázolás nem tekinthető vetületnek, mivel nincsenek vetítési törvényei. Az ábrázolás kis területen (egy-egy falu határa) megközelítően területtartó. Az ábrázolás a síkon történt, hogy a gömbi hosszakat síkhosszaknak tekintették és a síkidomokat ezekkel a valójában gömbi hosszakkal állították elő. Természetes, hogy a községi felmérések csatlakoztatása képletekkel nem kifejezhető torzulásokkal járt. Az ábrázolás nem volt egyértelmű, a „torzulásokat" empirikusan osztották el.

Magyarországi vetületek

1. Első országos felmérés:

-1853 → Dunántúl
-vetületnélküli rendszer
-vetítési törvények nincsenek
-kis területen területtartó (falu határig)

2. Sztereografikus vetület:

-1860→
-Bessel ellipszoid→ Gauss-gömb →sík
-vetületi kezdőpont: Gellért-hegy

- budapesti-
- marosvásárhelyi-
- ivanici-

Az 1860-ban elkezdett háromszögelés hálózati pontjainak koordinátáit 1884-től már sztereografikus vetületben számították ki (1.2. - 35. ábra). Az ország területére vonatkozó kataszteri és topográfiai térképek nagy része ebben a vetületben, az 1860. évi, továbbá az 1901 és 1907. évi felmérések alapján készült.

Az 1860-ban elkezdett háromszögelési hálózat pontjainak sztereografikus vetületben történő ábrázolása tulajdonképpen kettős vetítéssel történt. Először az alapfelületként használt Bessel-féle ellipszoidról a Gellérthegy nevű felsőrendű háromszögelési pontnál legjobban simuló

gömbre, az ún. Gauss-gömbre vetítették rá az ellipszoidi pontokat. Ezután történt a vetítés a sztereografikus vetület szabályai szerint a gömbről a síkra. A vetületi kezdőpont, a gellérthegyi pont földrajzi szélessége =47°26'21", a földrajzi hosszúsága = 0° volt. Ez a pont a gellérthegyi volt csillagvizsgáló keleti kupolájának középpontja. Helyén ma is ott áll a „Gellért-hegy" elnevezésű háromszögelési alappont jele. Ebben a vetületben készültek az ország első megbízható kataszteri felmérésének térképei, valamint a két világháború között a topográfiai térképek.

A kúpfelületen egy olyan sík koordináta rendszert alkalmaztak, hogy ennek X. tengelye a gellérthegyi háromszögelési ponton átmenő hosszúsági kör vetületi képével egybeessen. Az y tengely pedig a vetületi kezdőpontban az erre az egyenesre húzott merőleges, vagyis a kezdő hosszúságra a kezdőpontban merőleges legnagyobb gömbi kör, egyenesként jelentkező képe.

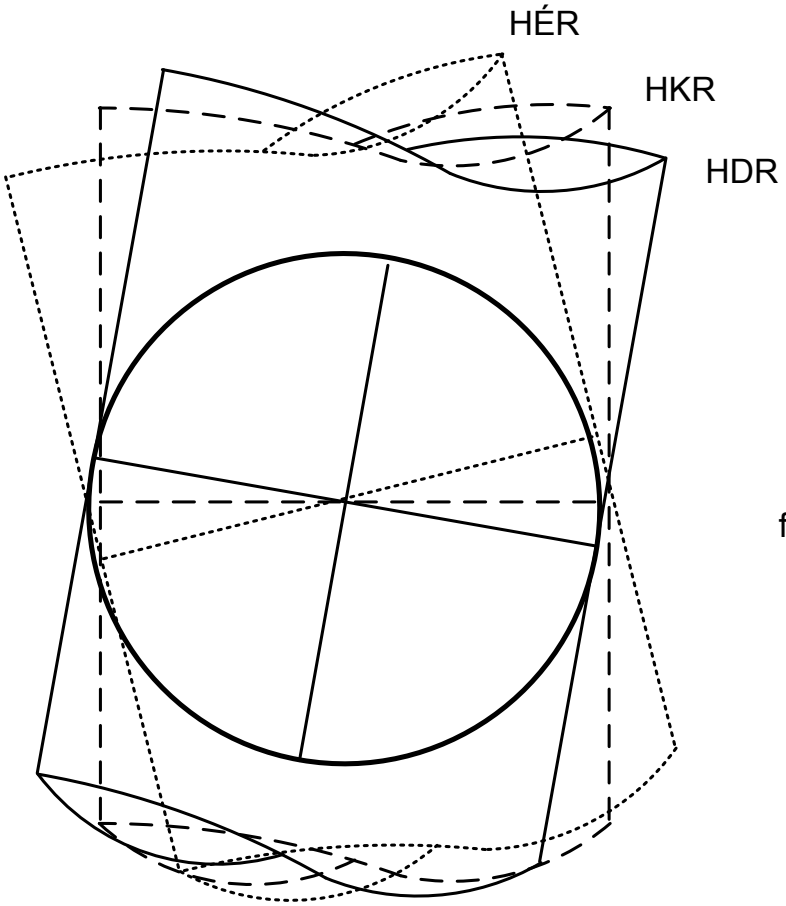
A vetületi rendszer délnyugati tájékozású, vagyis +x tengelye délre, +y tengelye nyugatra mutat. A sztereografikus vetület szögtartó, a kezdőpontban semmiféle torzulás nincsen. A hossz- és területtorzulás a kezdőponttól távolodva négyzetesen nő, de a kezdőpont körül húzott koncentrikus körökön állandó. A képfelületi hosszak és területek mindenütt nagyobbak, mint a megfelelő hossz vagy terület az alapfelületi gömbön. A hossztorzulás a kezdőponttól vett 127 km-es körön eléri a kritikus (még elfogadható) 1/10000 értéket, tehát a kilométerenkénti 10 cm-t. Ez azt jelenti, hogy a lineármodulus például Szabolcs-Szatmár-Bereg megye keleti részén túllépi a kilométerenkénti 40 cm-t.

A vetületi torzulások csökkentése érdekében a budapesti sztereografikus rendszeren kívül az első világháború előtti Magyarország területén még két sztereografikus vetületi rendszert alkalmaztak: a marosvásárhelyi és az ivanici kezdőponti rendszert (1.2. - 36. ábra).

A magyar földmérés 1908-ban vezette be a ferdetengelyű szögtartó hengervetületet (1.2. - 38. ábra). Az alapfelület a 6378,512 m sugarú, a Földet a gellérthegyi háromszögelési pontban érintő Gauss-gömb. Ennél a vetületnél a vetítés geometriailag nem ábrázolható, vetítési központ nem jelölhető ki. A vetítési törvényeket úgy alkotják meg, hogy a vetület szögtartó legyen. Magyarországot három ferdetengelyű szögtartó hengervetület fedi. A hengervetület északi rendszere (H.É.R.) a 47°55' földrajzi szélességtől északra eső területek, középső rendszere (H.K.R.) a 46°22' és a 47°55' földrajzi szélességgel határolt sáv, déli rendszer (H.D.R.) pedig a 46°22' földrajzi szélességtől délre eső területek ábrázolására szolgál (1.2. - 37. ábra).

Mindhárom hengervetület a gellérthegyi felsőrendű háromszögelési pont hosszúsági körére merőleges legnagyobb gömbi körök mentén érinti a gömböt. Ennek a legnagyobb gömbi körnek egyenesként jelentkező képe a sík koordináta-rendszer t tengelye.

Mindhárom hengervetületi rendszer x tengelye a Gellérthegyen átmenő hosszúsági körnek ugyancsak egyenesként jelentkező képe. A koordináta rendszer délnyugati tájékozású. Az említett kezdő hosszúsági kör nem teljesen azonos a sztereografikus vetületnél alkalmazottal, hanem déli iránya attól a gellérthegyi pontnál nyugati irányban 6,44"-re eltér.



Ferdetengelyű szögtartó vetület

Magyarországon az állami földmérés 1908-ban vezette be az ország térképezéséhez

1.2. -35. ábra: Ferdetengelyű szögtartó vetület

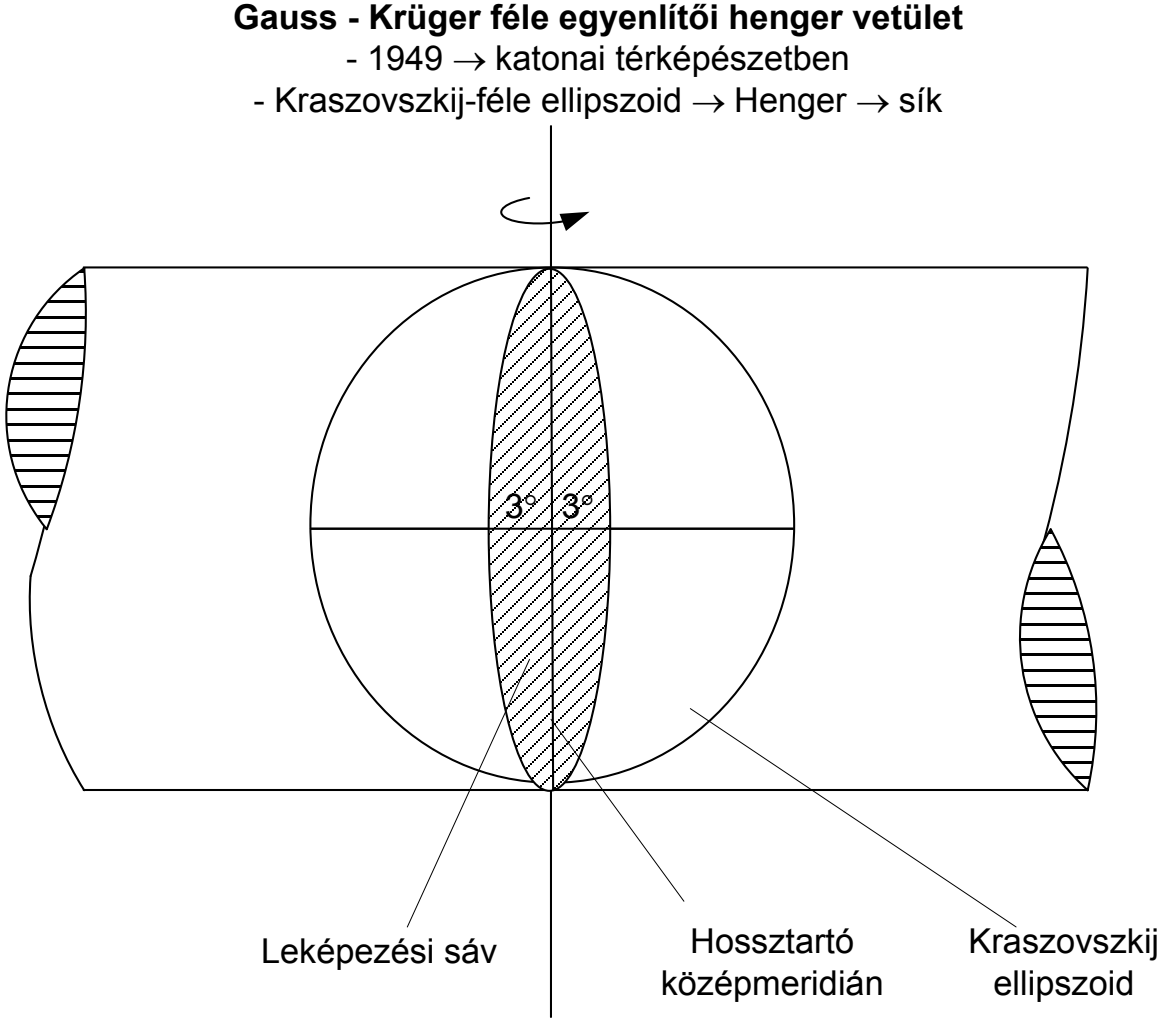
A kezdőpontok földrajzi szélességi értékei:
H.É.R. - =48°40'2"
H.K.R. - =47°06'
H.D.R. - =45°31'59"
Egy-egy vetület sávszélessége 180 km.

Az t tengelyen nincs hossztorzulás, de a tengelytől távolodva a torzulások mindkét irányban nőnek. Az t tengellyel párhuzamos egyenesen értékük állandó. A sík (képfelületi) hosszak és területek tehát nagyobbak a gömbi (alapfelületi) hosszaknál, ill. területeknél. A hossztorzulás a t tengelytől 90 km-re eléri a kritikus 1/100000 értéket.

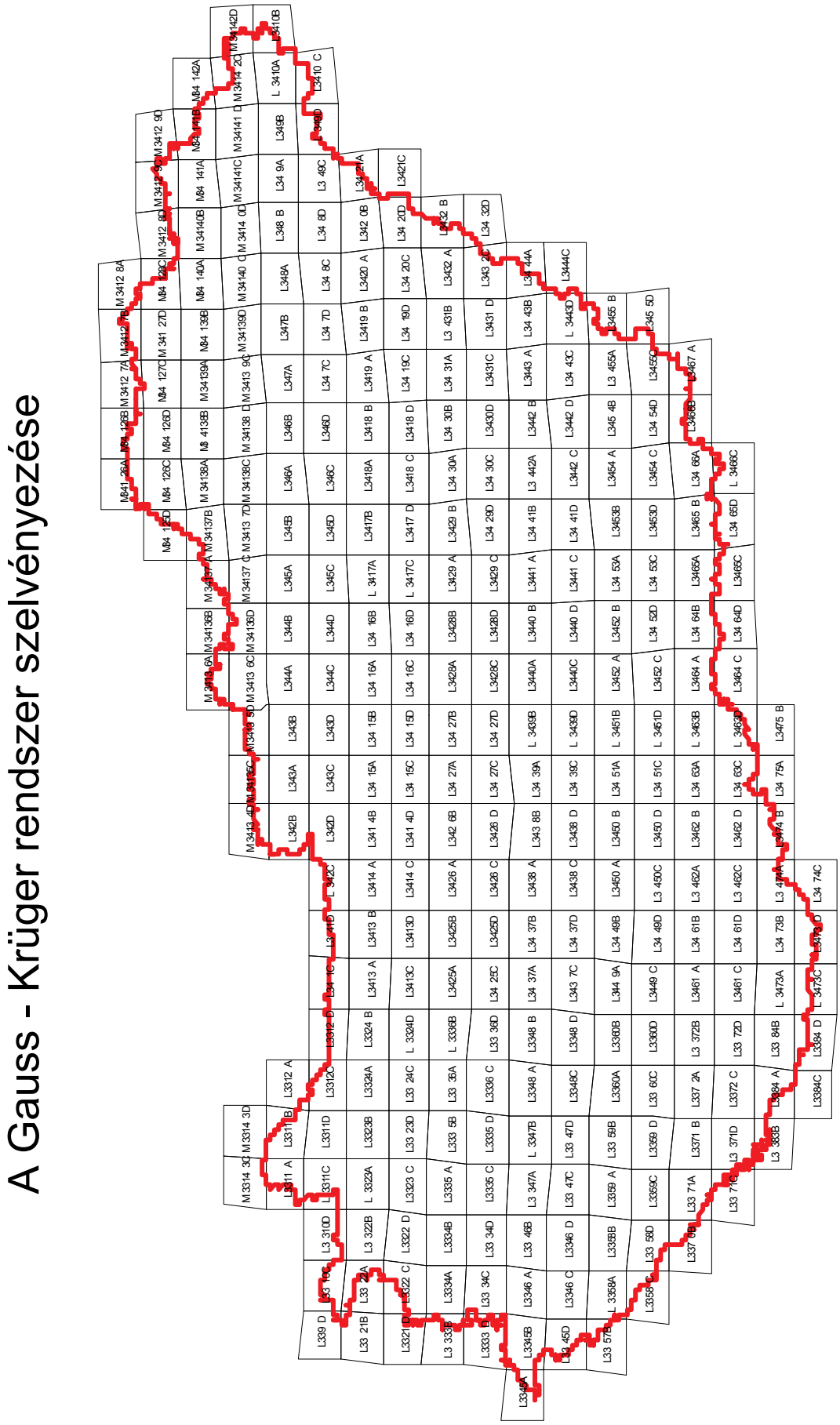
1.2. -36. ábra: A történelmi Magyarország három sztereografikus vetülete (Bácsatyai)

1.2. -37. ábra: S hengervetületek elhelyezkedése a történelmi Magyarország területén (Bácsatyai)

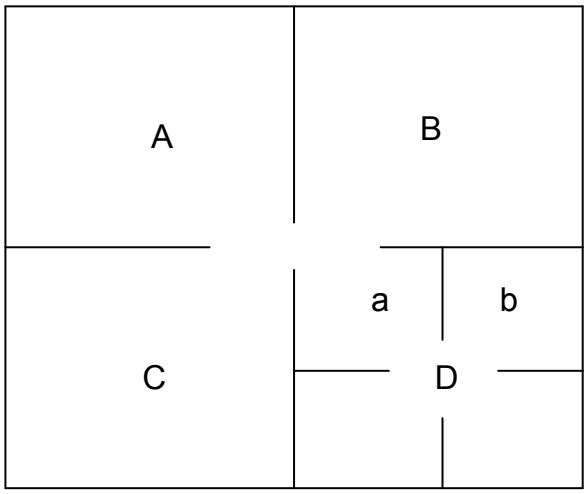
Ebben a vetületben szabatos kataszteri térképek készültek. A második világháború utáni években korszerű egységes felsőrendű hálózat kifejlesztését kezdték meg. Ennek és az ez alapján készült térképeknek 1949 óta a Gauss-Krüger-féle vetület a vetület rendszere (1.2. - 38-40.ábra). A Gauss-Krüger-féle egyenlítői (transzverzális) elhelyezésű érintő szögtartó hengervetület alapfelülete a volt szocialista államokban a Kraszovszkij-féle ellipszoid. A képzelt henger az ellipszoidot egy kiválasztott hosszúsági kör (a középmeridián) mentén érinti, és ennek megfelelően ez a kezdő hosszúsági kör hossztartó. A középmeridián egyenesként jelentkező képe a sík koordinátarendszer x tengelye, míg az egyenlítő ugyancsak egyenesként és a kezdő hosszúsági kör képére merőlegesen jelentkező képe az t tengely. A rendszer északkeleti tájékozású. A Gauss-Krüger vetületnél a kezdő hosszúsági kör és az egyenlítői képe egymásra merőleges egyenesek; az egyenlítő képe derékszögben metszi a többi hosszúsági kör képét is, amelyek mind észak, mind dél felé a kezdő hosszúsági kör képe felé hajlanak, és azt a pólusoknál érik el.



1.2. – 38. ábra: Gauss-Krüger-féle egyenlítői henger vetület



1.2. – 39. ábra: Gauss-Krüger-féle egyenlítői henger vetület szelvényezése I.



Szelvényezés

1:1000000 6ºx4º L34

L - az Egyenlítőtől északra 4º - onként, az ABC betűivel jelölve, A – val kezdődően

34 - sáv száma, a kezdőmeridiánnal szemközt lévő meridiántól kezdve, keletre haladva

1:100 000 L34 – 15
1: 50 000 L34 – 15 B
1: 25 000 L34 – 15 B d
1: 10 000 L34 – 15 – B d A

1.2. – 40. ábra: Gauss-Krüger-féle egyenlítői henger vetület szelvényezése II.

A szélességi körök képe mindenütt merőleges a hosszúsági körök képére és ennélfogva olyan görbe vonal, amely domború oldalát mutatja az egyenlítő felé.

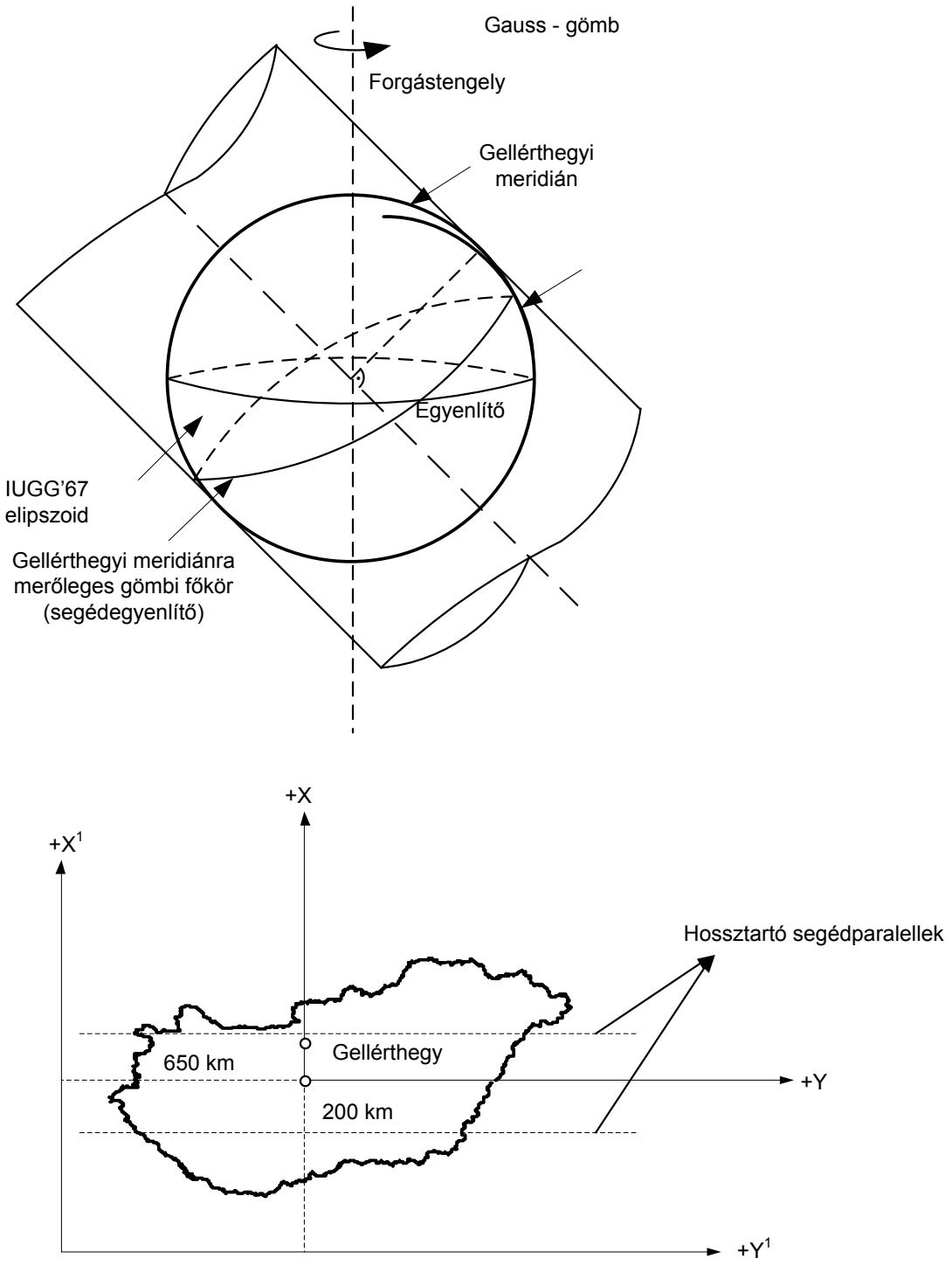
A vetítés a hossztorzulás csökkentése miatt nem ugyanarra a képzelt hengerre történik az egész ellipszoidról. A vetítés csak a kezdő hosszúsági kör mellett 1,5-1,5^o-nyi vagy 3-3°-nyi szélességi kiterjedésű.

Így egy-egy, az északi pólustól a déli pólusig terjedő, 3°-os vagy 6°-os vetületi sáv keletkezik. Ha a sávokat egymás mellé helyezzük, akkor az ellipszoid felszínének teljes képe előállítható. Így az egész ellipszoid matematikai egyenletek segítségével aránylag egyszerűen leképezhető. A fokhálózat sík koordinátáit elegendő egyetlen sávra kiszámítani, a többi sávban ugyanaz használható. Sőt a számítást elegendő csak negyed sávra elvégezni, mivel a sávon belül két szimmetria-tengely van: az egyenlítő és a kezdő hosszúsági kör. A sávszélesség megfelelő megválasztásával (3° vagy 6°) a maximális torzulások elhanyagolhatóan kis értékűek. A sávszélességet mindig a térképezés méretarányának megfelelő pontossági követelmények szerint lehet megválasztani. A vetület a sáv határain belül összefüggő sík képet ad, a lapok összeilleszthetők. Bár a vetületnek hátrányai is vannak, világszerte használják a geodéziai és topográfiai, tehát nagy méretarányú térképészeti munkákhoz.

A vetület hátránya, hogy terület- és hossztorzulásai - azonos területi kiterjedésben hasonlítva össze más vetületekkel - aránylag kedvezőtlenek, másrészt az egyes sávok határain átszámítást kell végezni a sávok közötti csatlakozás biztosítására.

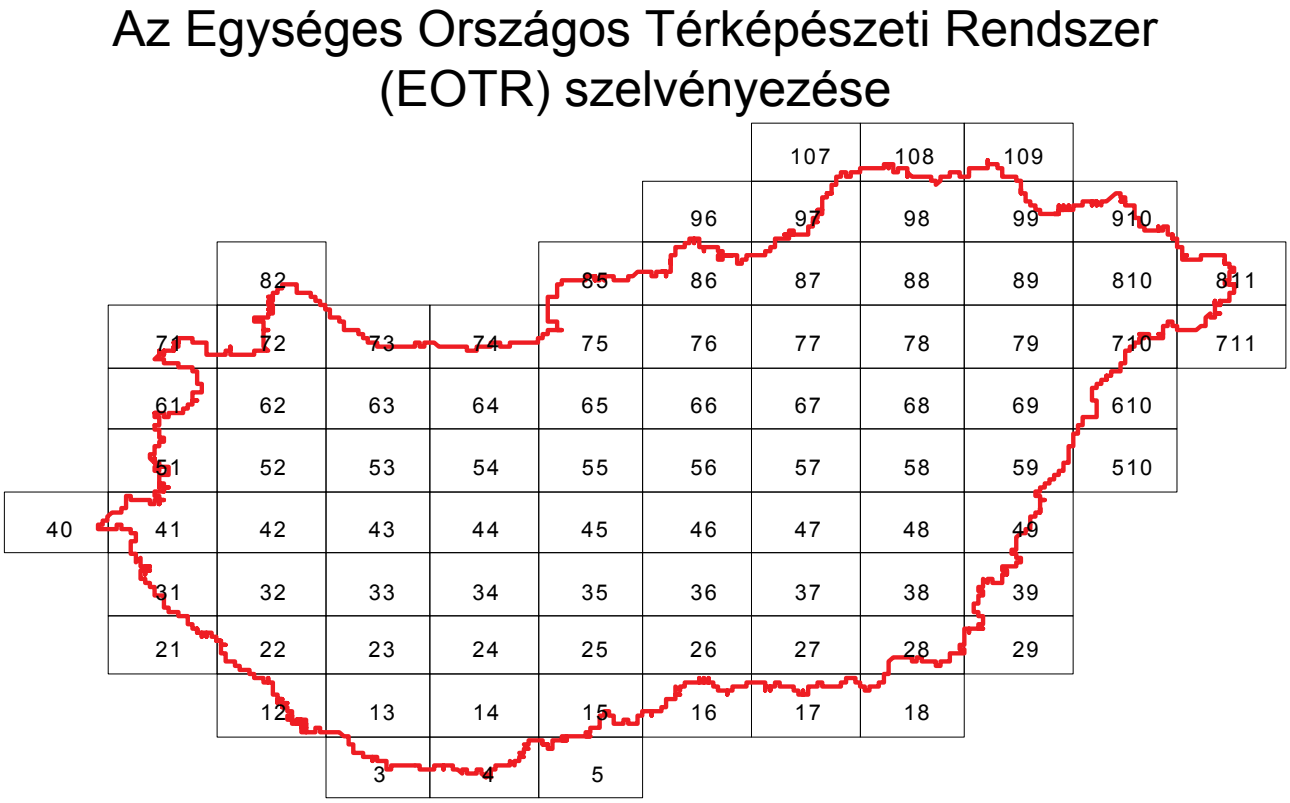
EOV - Egységes Országos Vetület

- 1976 →
- IUGG/1967 – es forgási ellipszoid (R=6379,743 m) az alapfelület
  → Gauss - gömb → süllyesztett (metsző) henger
- Később: WGS/1984 – es forgási ellipszoid

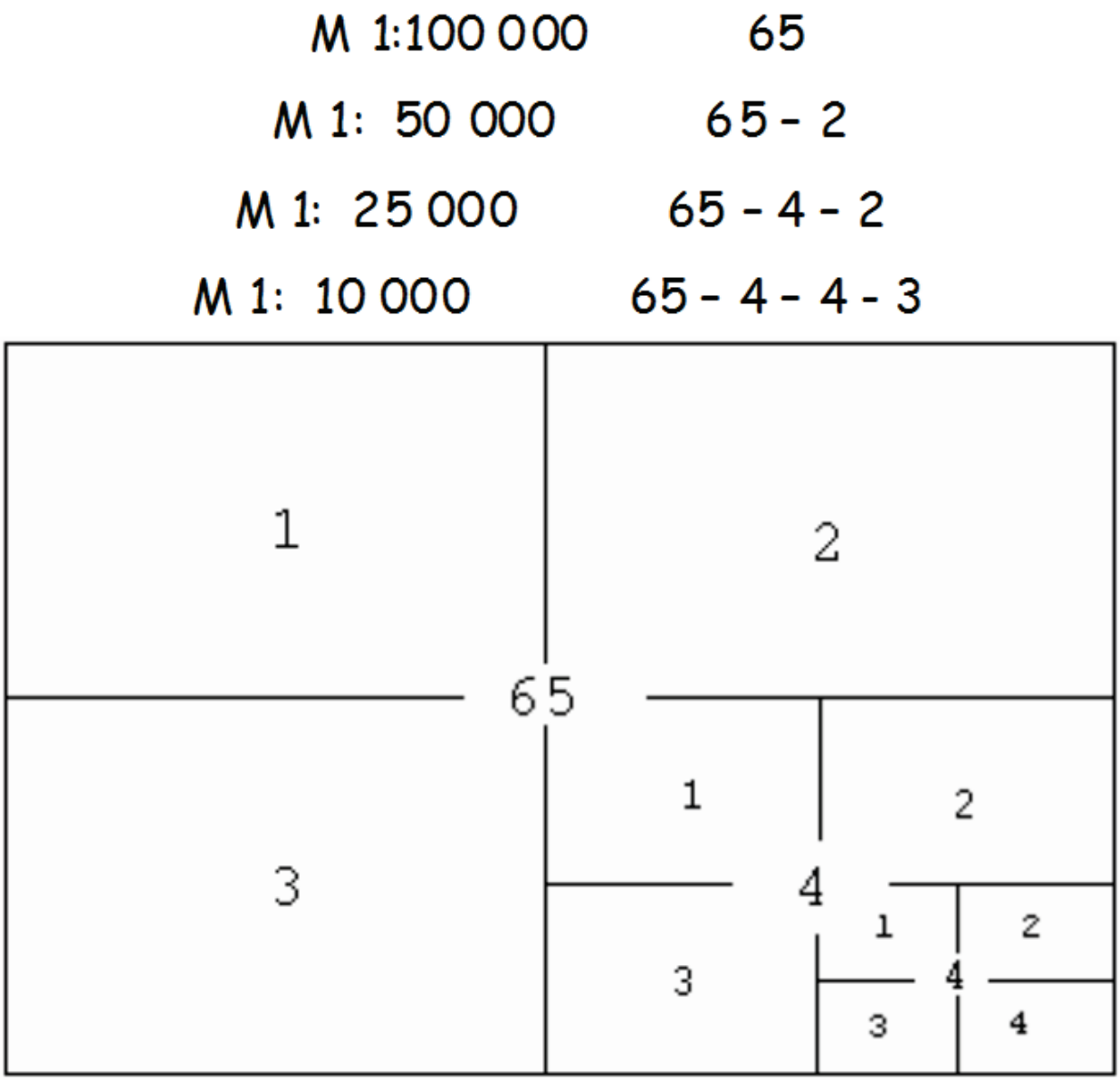


1.2. -41. ábra: Egységes Országos Vetület (EOV)

1976. január 1.-től került bevezetésre hazánkban az új Egységes Országos Vetület (EOV) melynek alapfelülete az IUGG/1967. elnevezésű forgási ellipszoid (1.2. - 41-43. ábra). Erről vetítenek arra a 6379,743 m sugarú Gauss-gömbre, amely Budapest környékén simul legjobban az ellipszoidhoz. A gömbről a vetítés olyan ferdetengelyű szögtartó „süllyesztett" hengerpalástra történik, amely épp hogy metszi a földgömböt (innen a süllyesztett elnevezés). A henger tengelye merőleges a Gellérthegyen átmenő hosszúsági kör és a 47°, (északi) földrajzi szélességi kör metszéspontján átmenő gömbi főkör síkjára. A metszés miatt a torzulások megoszlanak, a két metsző gömbi kör közötti területen az alapfelület területei kisebbek, hosszai rövidülnek a vetítés után; a metsző gömbi körökön kívüli területeken ezzel ellentétben a területek növekednek, a hosszak pedig nagyobbak lesznek. A hossztorzulás a keleti-nyugati irányú t tengely mentén kilométerenként -7 cm, hazánk legészak***a***bb***i*** pontján +26 cm, legdél***e***bb***i*** pontján pedig +23 cm. A területtorzulás a hossztorzulás értékek négyzetével egyenlő.



1.2. -42. ábra: Az EOV szelvényezése I.

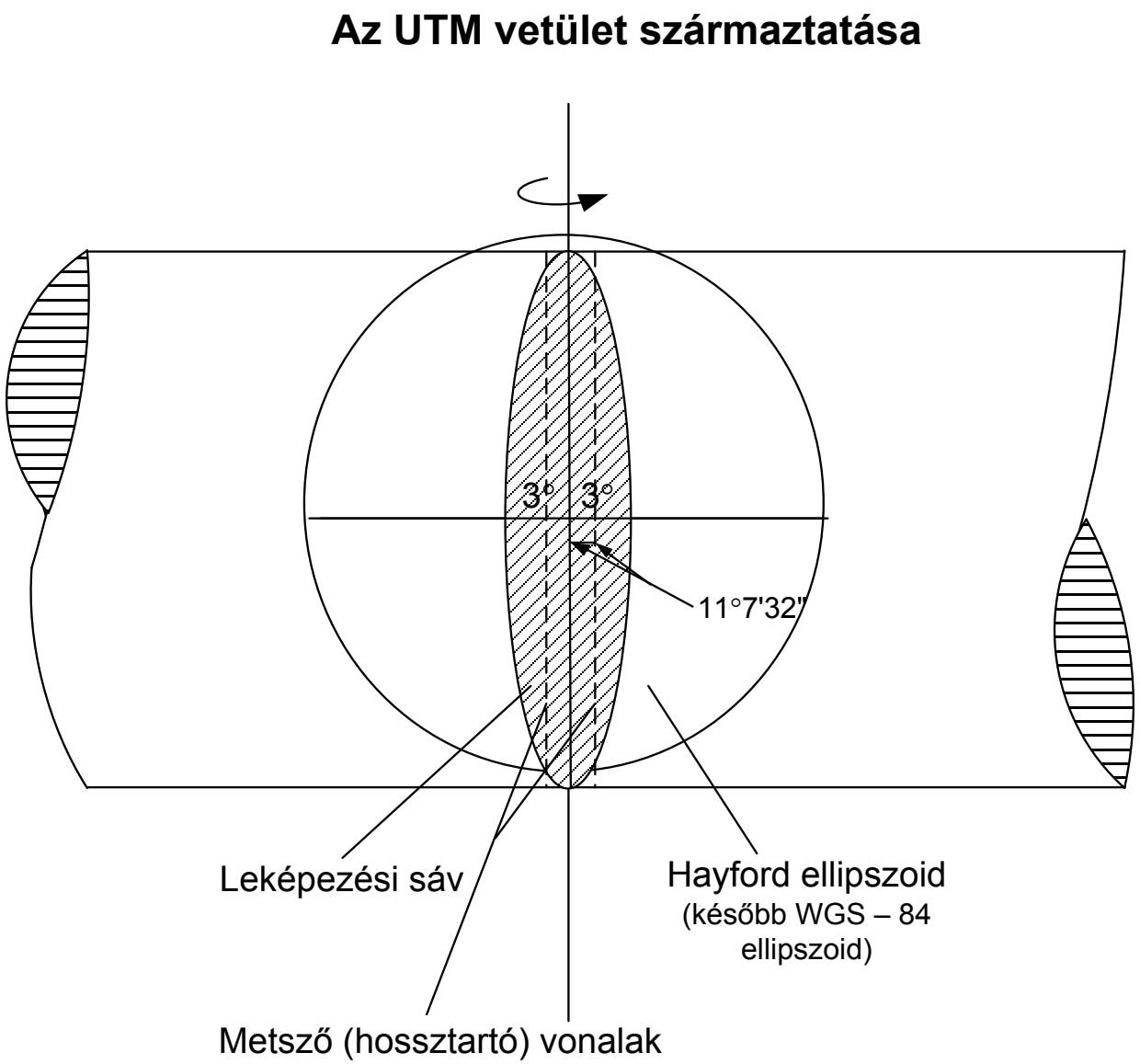


1.2. -43. ábra: Az EOV szelvényezése II.

A képsík x tengelye a gellérthegyi háromszögelési ponton áthaladó hosszúsági kör képe; az t tengely az előbbi hosszúsági körre merőleges legnagyobb gömbi kör képe, mely az x tengely Magyarország közepes szélességi értékénél metszi. A rendszer északkeleti tájolású.

Annak érdekében, hogy az ország területére eső pontok koordinátái mind pozitív előjelűek legyenek, valamint, hogy az x és t koordináták más-más számtartományba essenek, a koordináta-tengelyeken a vetületi középponthoz képest déli irányban 200 km-rel, nyugati irányban pedig 650 km-rel eltolták. Magyarország területén az x koordináta 400000 m-nél mindig kisebb, az t koordináta 400000 m-nél mindig nagyobb, így az ordináták és abszcisszák felcserélésének hibalehetősége a lehető legkisebbre csökken.

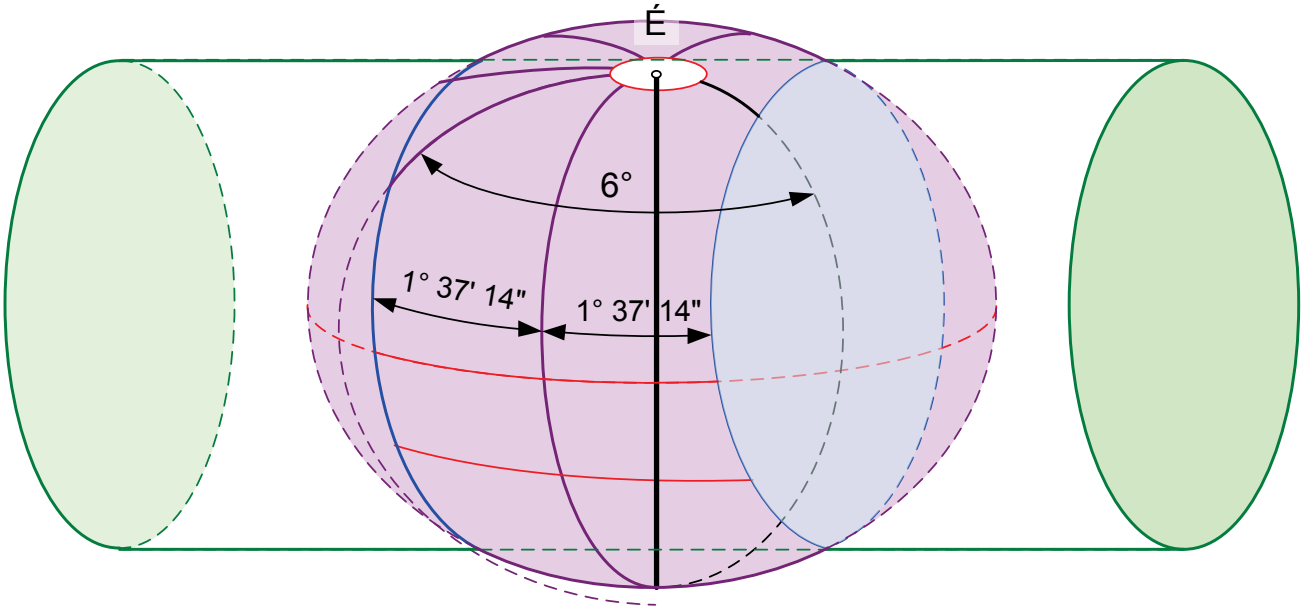
UTM (Universal Transverse Mercator), süllyesztett transzverzális ellipszoidi vetület



1.2. -44. ábra: Az UTM

A NATO-államok katonai térképeinek vetületi alapja az UTM (1.2. - 44-45. ábra). Az új vonatkozási rendszer a WGS 84 ellipszoid. Magyarországon nincsenek hagyományai. Eredetileg az Amerikai Egyesült Államokban használták. 1950-től a NATO-államok térképészeti vetülete. Hazai jelentősége két okból is előtérbe került, egyrészt Magyarország 1999 márciusától a NATO teljes jogú tagja lett, másrészt a korszerű globális helymeghatározó rendszerek (GPS) egyes vevői lehetővé teszik, hogy az UTM-vetületre vonatkozó koordináták közvetlenül is kijelezhetők legyenek. A Magyar Honvédség Térképész Szolgálata a Gauss- Krüger szelvényezésű térképein már a NATO- csatlakozás előtt az UTM szelvényhálózati vonalakat is feltüntette. Magyarországon polgári használatra az EOV koordinátarendszeré is rányomtatják a M=1:25 000 szelvényekre. Ezekre a változatlan szelvénybeosztás, a korszerűsített jelkulcs, számítógépbarát egyszerűsítések, az elavult jelek

elhagyása, a STANAG előírások figyelembevétele, öt vagy hat nyomdai szín és tartalmi változtatások jellemzőek.



1.2. - 45. ábra: Az UTM származtatása

A térinformatikai szoftverek a következő forgási ellipszoidokat támogatják:
Magyarországon az alábbi ellipszoidokat használták az állami topográfiai térképeknél:

Bessel (a III. katonai felméréstől, 1869-től)
Kraszovszkij (1953-1997)
Hayford (1997-2003, csak a JOG térképeknél)
WGS-84 (2001-)
IUGG-67 (1976-tól a polgári térképek esetében)

1.2.7. Vetületválasztás és felismerés

A vetületválasztás szempontjai

A vetületválasztás célja: a rendelkezésre álló igen sok vetület közül megtalálni és kiválasztani készítendő térképünk számára a legalkalmasabbat.
Térképszerkesztéskor a megfelelő vetület megválasztását a következő tényezők határozhatják meg:
Milyen célra készül a térkép?
Geodéziai, navigációs és katonai célokra: szögtartó vetületet használnak,
Iskolai, földrajzi és földtani térképek gyakran területtartó vetületben készülnek.
Az előző csoport vetülete a 16. századtól kezdve a Mercator-féle valós szögű hengervetület volt.
Újabban az ICAO nemzetközi léginavigációs térképeit és az IWK (Nemzetközi Világtérképmű)

térképeit, a Lambert-Gauss-féle, két normál paralelkörrel rendelkező (metsző) szögtartó valós kúpvetületben készítik.

A földtani térképek és a legtöbb más földtudományi térkép is, leggyakrabban területtartó vetületben készülnek, mivel ezeken gyakran objektumok (kőzetféleségek, felhőzónák stb.) területi elterjedését vetik össze. Kivételként tekinthetők bizonyos meteorológiai és tektonikai térképek, amelyeken tektonikai vagy meteorológiai frontvonalakat vizsgálnak, és így a szögtartó vetület alkalmazása a célszerűbb. (Pl. Az USA haditengerészetének világklíma atlasza Mercator-vetületben készült. Hasonlóan szögtartó Lambert-Gauss-féle kúpvetületben készültek Európa szeizmológiai térképei is.)

Milyen a térkép méretaránya?

- Mekkora az ábrázolandó terület, milyen alakú és hol helyezkedik el a földgömbön?

A térkép méretaránya szoros kapcsolatban van a térkép ábrázolta terület nagyságával, mivel a térképek átlagos mérete bizonyos határok között állandó (néhányszor 100 cm^2).

Nagyméretarányú, geodéziai térképek manapság szögtartó vetületben készülnek (GK, UTM, EOV). Nagyobb területet ábrázoló, kisebb méretarányú térképek alkalmas vetületét megszabhatja a terület alakja: kör alakú területekre síkvetület, paralelkör (segédparalelkör) menti területekre kúp, főkör menti területek ábrázolására hengervetület alkalmazása a célszerű. Kontinensnyi területek, földgömb vagy az egész Föld ábrázolására a képzetes vetületek alkalmasak; a valós vetületek középpontjától távoli területeken rendszerint nagy torzulások lépnek fel.

Különleges célok különleges kívánalmakat támasztanak a vetülettel szemben, Ezek közül néhány példa:

- az ortodróma egyenes legyen (gnomonikus vetület)
- a loxodróma egyenes legyen (Mercator vetület)
- a paralelkörök és meridiánok egyenesek legyenek (pl. valódi hengervetületek)
- a paralelkörök és meridiánok képei merőlegesek legyenek egymásra (valódi vetületek)
- az alapfelületi kör a képfelületen is kör (szögtartó vetület)
- a pólus pont legyen (pl. síkvetületek)
- a torzulási viszonyok közel álljanak az egységhez (pl. képzetes vetületek).

Vetületek felismerése (vetületanalízis)

A vetületanalízis a meglevő térképek ismeretlen vetületének meghatározása. Ezt a fokhálózat vizsgálata alapján végezzük. Ha - valamilyen régi - térképen nincsen fokhálózat, úgy először fokhálózatot szerkesztünk a térképre. Ez több ismert földrajzi koordinátájú térképi pont alapján gyakran elvégezhető.

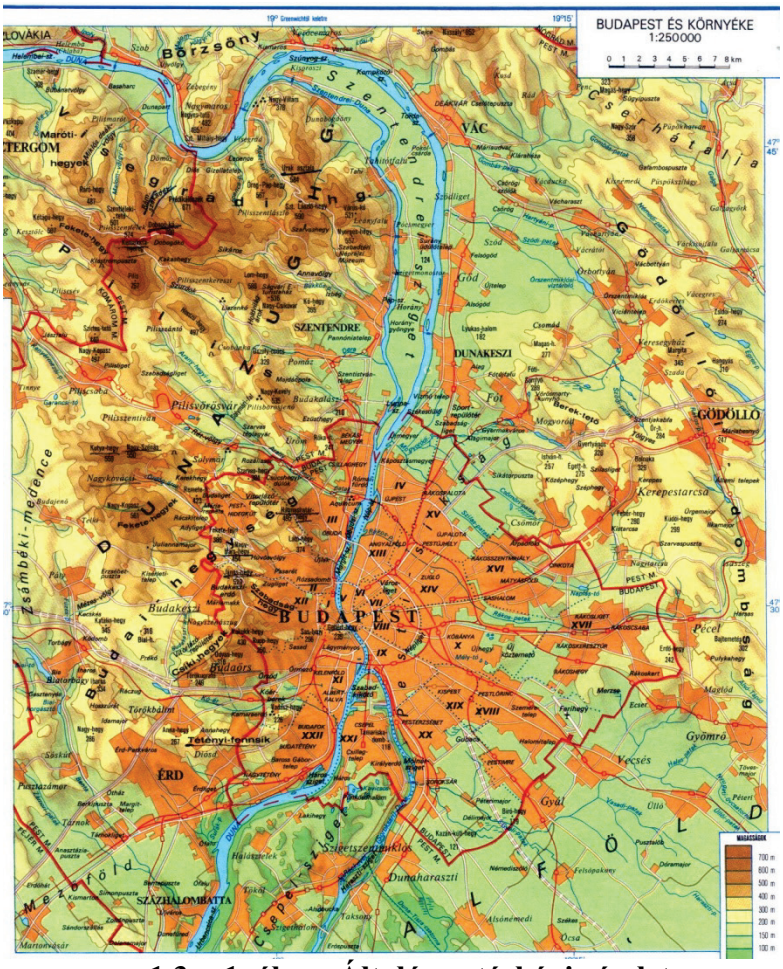
A fokhálózati vonalak képe alapján a torzulási ellipszis megszerkesztése nélkül is megállapítható néhány egyszerű szabály.

Ha - poláris helyzetben a meridiánok és paralelkörök képei derékszögben metszik egymást, a vetület valódi.

- a meridiánok sugársort alkotnak, a paralelkörök koncentrikus körívek, akkor a sugárhajlástól függően sík- (n=1) vagy kúpvetület (n<1). Pontosabb meghatározáshoz a paralelkörök pólustávolságának változásait vizsgáljuk.
- a meridiánok és paralelkörök párhuzamos egyenesek, ez hengervetület.
- a meridiánok párhuzamos egyenesek, a paralelkörök kúpszeletek: egyenlítői gnomonikus vetület.
- a meridiánok körívek, a paralelkörök körívek: sztereografikus vetület vagy képzetes vetület.
- a meridiánok görbék, a paralelkörök párhuzamos egyenesek: valószínűleg képzetes hengervetület.
- a meridiánok görbék, a paralelkörök körívek: valószínűleg képzetes kúpvetület.

1.3. Az általános térképek tartalma és ábrázolási módszerei

A vetület megszerkesztése a földrajzi fokhálózat elkészítése alkotja a térkép alapját. Ebbe a hálózatba kerül a domborzat, a vízrajz, a települések a közlekedési hálózat képe, amelyek együttesen az általános térkép rajzi elemeit alkotják (1.3. - 1. ábra). Az általános térkép csoportjába a földmérési, a topográfiai (helyrajzi) és a földrajzi térképek tartoznak. Minden topográfiai térkép a földfelszín domborzat viszonyait (domborzatrajz), valamint vízrajzát, településeit, növényzeti és talajelemeit, közlekedési hálózatát és közigazgatási határait ábrázolja (síkrajz).



1.3. - 1. ábra: Általános térképi részlet

Az ábrázolás alaprajzszerűen vagy megfelelő egyezményes jellel történik. Egyezményes jel fogalmán a földfelszín valamely elemének vagy elemcsoportjának elvonatkoztatott ábrázolását értjük. A jel mindig eltér az elemek alaprajzától és rendszerint nagyobb mint az ábrázolt elem méretarányos területe. A topográfiai térképen a jelek pontszerű (pl. kút), vonalas (pl. vasút), ill. felületi kiterjedésű elemeket (pl. erdő), illetve azok minőségét jelzik. A jelek lehetnek képszerű jelek (jellegfa) és mértani jelek (pl. magassági pontok).
A topográfiai térképek jelei mennyiségi jellemzőket is kifejezhetnek (pl. települések lélekszáma). A jelek mellett az ábrázolást felületi színek, izovonalak ill. számok, betűk és aláhúzások egészíthetik ki.

1.3.1. A domborzatrajz

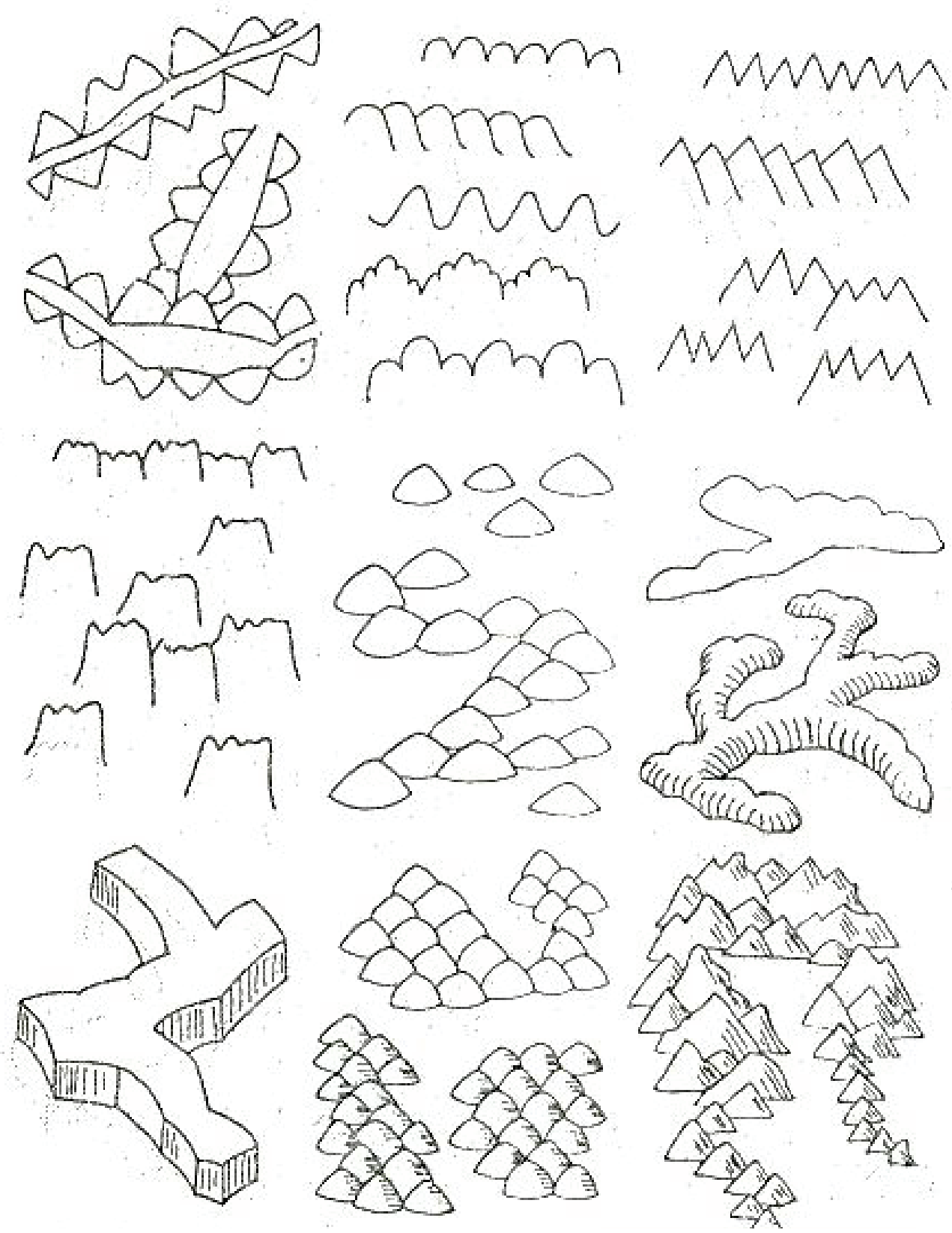
A domborzatábrázolás módszerei

A térképkészítés története során mindig a legnehezebb kérdésnek bizonyult a földfelszín egyenetlenségeinek, a domborzati formáknak, a harmadik dimenziónak szemléletes, ugyanakkor mérhető bemutatása. A tér képének felülnézeti ábrázolása a legrégebbi időktől értetődő, de a hegyekkel nem tudtak mit kezdeni.

Az újkor előtt a domborzat ábrázolása csak jelzésszerű volt, méhkasszerű halmok sorozatával fűrészfogazásos sávokkal, hernyószerűen tekergő rajzokkal fejezték ki a nagy kiterjedésű magas hegységek vonulatait (1.3. - 2. ábra).

Ptolemaiosz első kiadásaiban a hegységeket vékony vonallal határolták. A körülzárt területet vagy üresen hagyták, vagy pontozással, szabálytalan vonalkázással emelték ki. A XV. század elejétől kezdve azonban általánossá válik a hegységek oldalnézetben ábrázolt, egyenlő nagyságú kis halmok („vakondtúrások”) sorozatával való bemutatása. A rendszertelenül elhelyezett, jobb oldalukon árnyékolással kiemelt halmocskák a méretarány növekedésével a hegységek kiterjedését, csapását mutató szabályos halomsorokba rendeződtek, de a hegyek tényleges jellegét és magassági viszonyait még nem jelezték

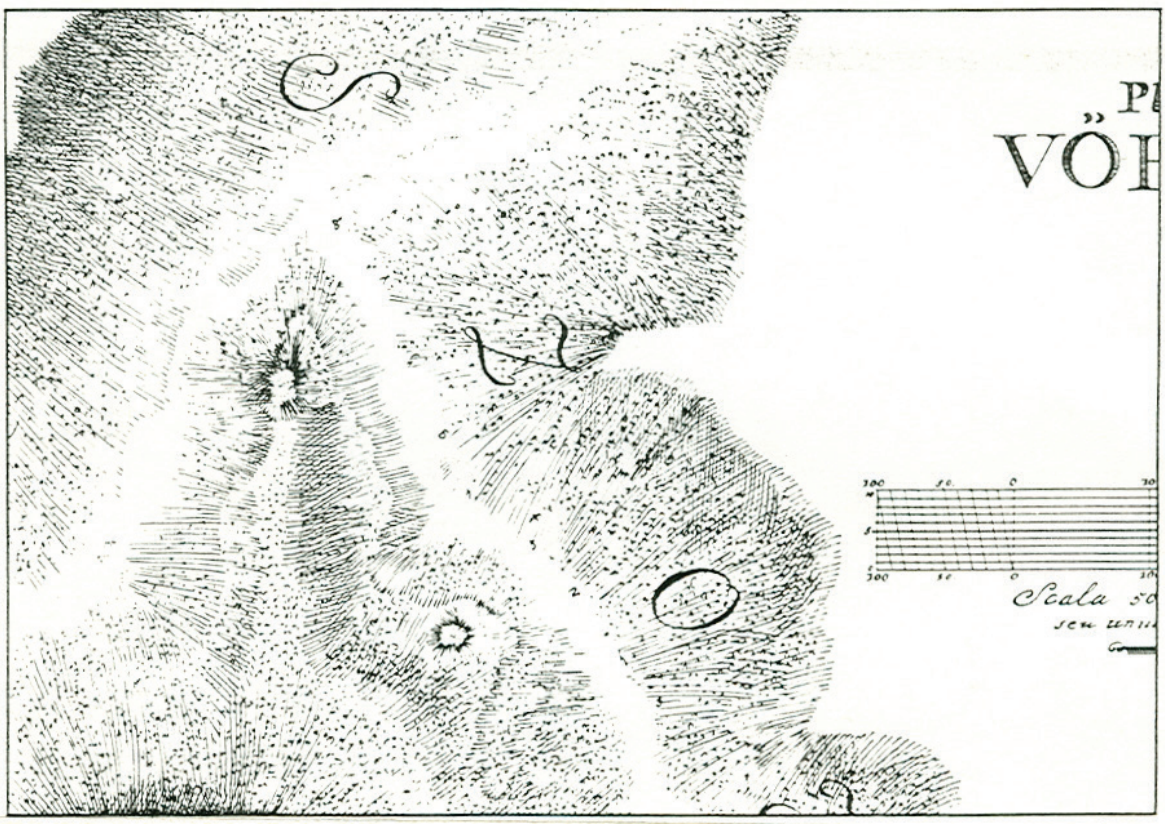
A kupacos (vakondtúrásos) domborzatábrázolás az újkor elején vált általánossá. A térképen a síkrajz felülnézeti, még a domborzat oldalnézeti képet mutatott. A magassági viszonyokat a buckák eltérő méreteivel ábrázolták, a hegyek nagyjából a helyükre kerültek és megfelelő árnyékolással plasztikussá váltak (1.3. - 3. ábra).



1.3. - 2. ábra: Domborzatábrázolás ó- és középkori térképeken

1.3. - 3. ábra: Részlet Lázár deák térképéből

Az oldalnézet (tájképi) ábrázolás a terep jellegét adja vissza, gyakran torzító hatású a síkrajzra.
Az egyre tökéletesebb oldalnézeti ábrázolás vezetett a madártávlati ábrázolás kialakulásához. A hegyeket már nem oldalról, hanem a magasból (hegytetőről) szemlélve jelölték.
A korábbi szigetszerű domborzatábrázolást felváltotta az összefüggő domborzat képe. A térbeli hatást az árnyékos oldalak jelölésével fokozták, finom vonalkázással jelölték a feltételezett megvilágításnál árnyékba eső lejtőket. A napsütés feltételezett irányának szinte egységesen az északnyugatit választották.
A látrajzos ábrázolásnál nehézséget okozott a hegyrajz által takart területek bemutatása. Ezért gyakran hegyrajzot kellett módosítani, a csapásirányt megváltoztatni úgy, hogy ne takarjon el egy-egy fontos települést. Az eltakart terület csökkentése érdekében egyre növelték a ránézeti pont magasságát, a madártávlat „galambnézetből sasnézetté" vált, majd eljutottak a hegység függőleges nézetének grafikus kifejezéséhez. Ennél a módszernél a hegyek gerincét fehéren hagyják, és a gerincről kiinduló, a völgy felé tartó finom vonalak úgynevezett lendületcsíkok rendszerével ábrázolják a lejtőket.
A módszer első hajtása Franciaországban jelent meg Nicolas Sanson (1600-1667) 1627. évi térképén, majd Cassini 1:86400 méretarányú térképsorozata nyomán (1744-1793) Európa szerte gyorsan elterjedt. Hazánkban Mikovinyi alkalmazta talán még szebb kivitelben ezt az eljárást (1.3. - 4. ábra).

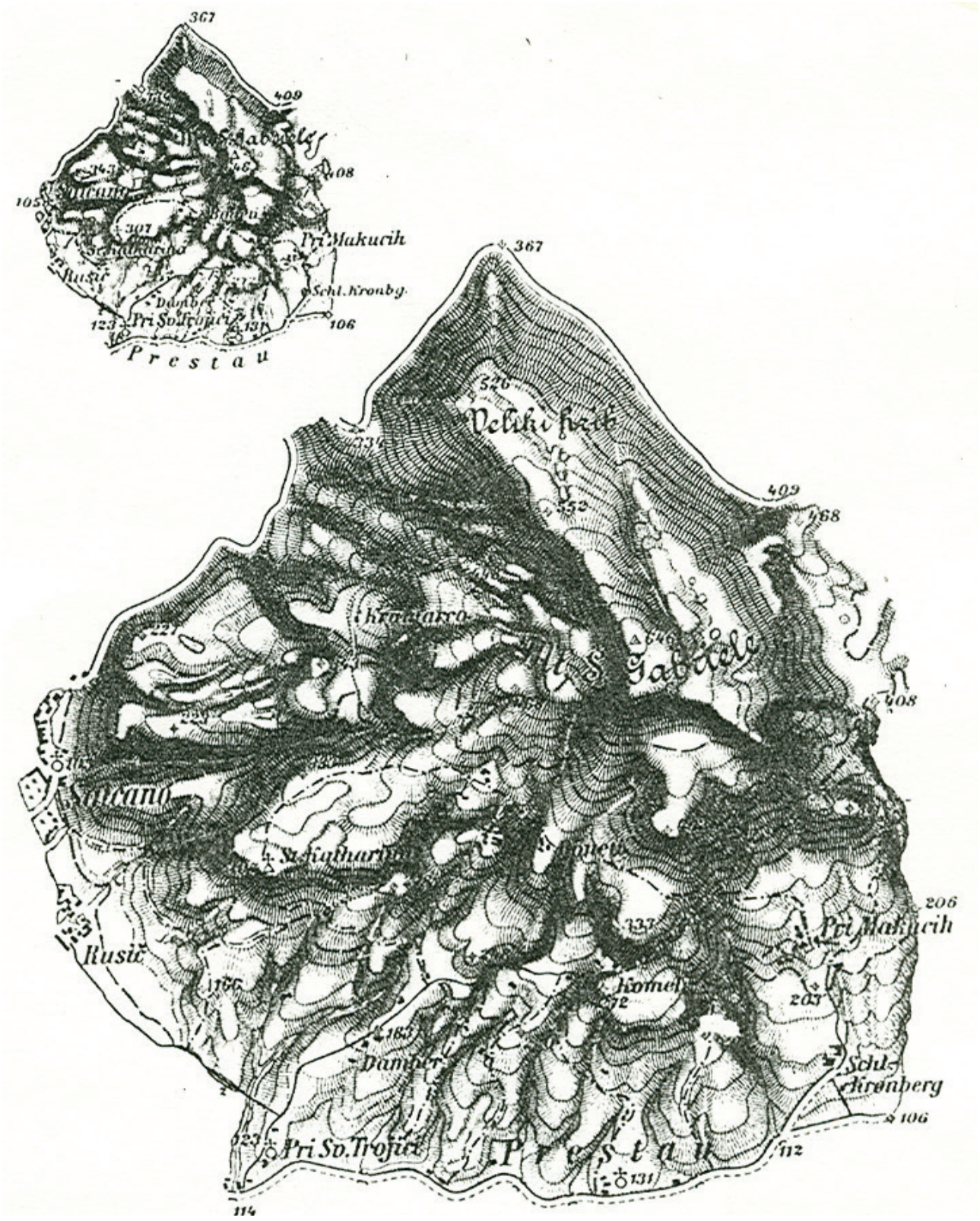


1.3. - 4. ábra: Lendületcsíkozás

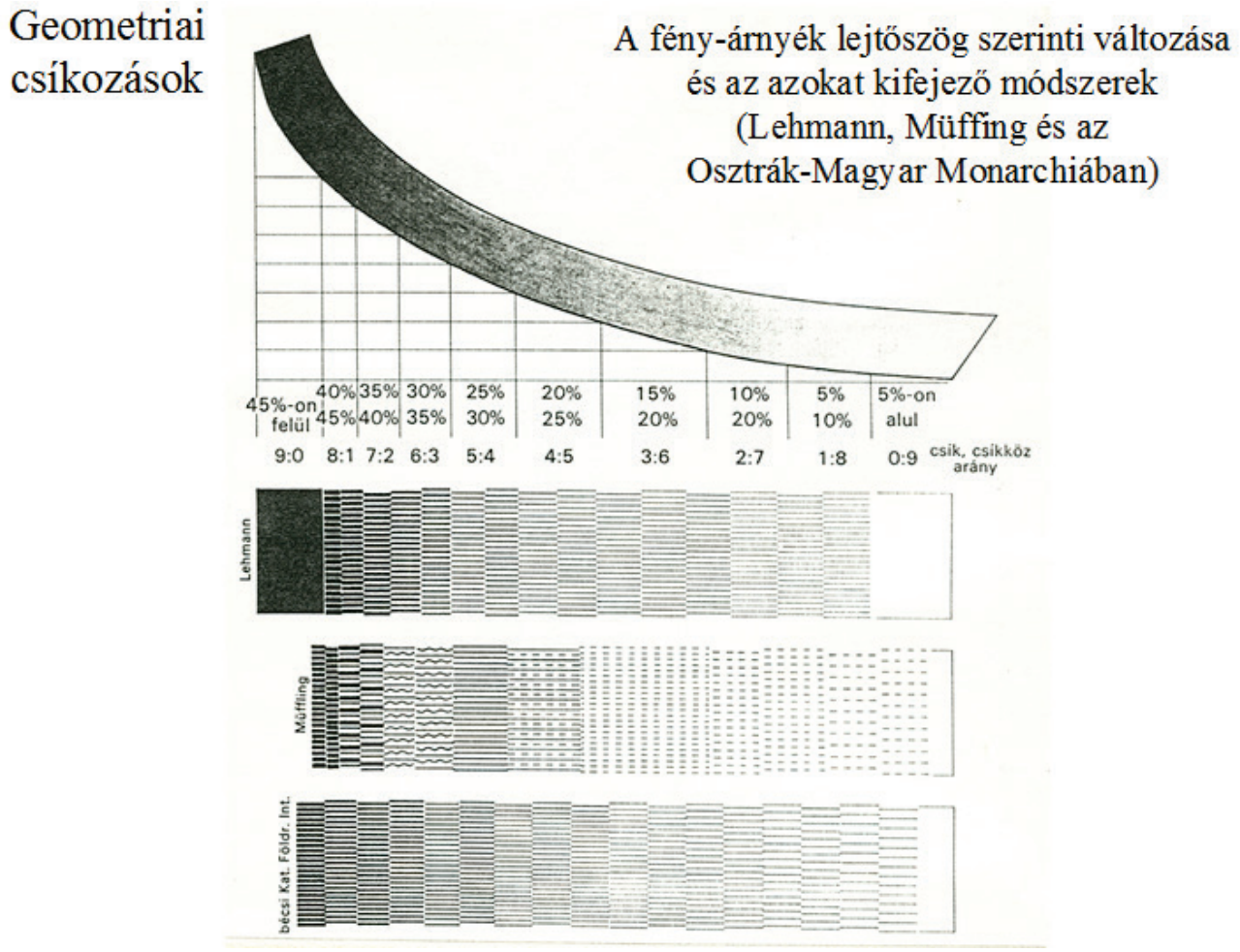
A módszer fő hátránya az, hogy eltérő magasságú, domborzatú tájakon is azonos képet nyújt. Egyformán széles, sík talpú völgyekkel tagolt, lapos platókat mutat az ábrázolás olyan különböző hegységekben is, mint például az Alpok és a Dunántúli-középhegység. Kisebb méretarányban a kiemelt fő hegyvonulatok hernyókként tekeredne a térképen (hernyócsíkozás). Máskor a völgyvonulatok túlhangsúlyozásával a vízgyűjtő hálózat emelkedik ki fehéren (páfránycsíkozás). A módszer kevésbé volt szemléletes, de nem voltak eltakart részek a térképen, és alkalmasnak bizonyult a domborzat helyzethű ábrázolására (1.3. - 5. ábra).

1.3. - 5. ábra: Páfránycsíkozás Mikovinyi Sámuel Turóc vármegye térképéről 1736-ból

A lendületcsíkok rendszerével az enyhe lejtőket és a meredekebb hegyrészleteket már meg lehetett különböztetni, de a módszer alkalmatlan volt a meredekebb szakaszokon belül a lejtőrészletek kifejezésére. A lejtőátmenetek érzékeltetéséhez 1789-ben tovább finomították az eljárást. Az egyes lejtőszakaszokat a legmagasabb ponttól a legalacsonyabbig húzott egymást keresztező, folyamatos lendületcsíkokkal kezdték ábrázolni. A lejtőátmenetnél, a két csíkozási terület találkozásánál kirajzolódott árnyékkülönbség jól mutatta az egyes lejtőszakaszokat.
Sámuel Schmettau (1684-1751) 1719-ben az egymást keresztező lendületcsíkok helyett a lejtő irányába mutató párhuzamos csíkokat alkalmazta a térképen. A csíkok hossza a lejtő hosszával volt azonos, vastagságuk a lejtő meredekségét mutatta.
Ludwig Christian Müller (1744-1804) átvette Schmettautól a minél meredekebb, annál sötétebb elvet, és a lejtők meredekségének kifejezésére 6 fokozatú csíkvastagságot alakított ki. További három fokozattal a sziklafalak megmászhatóságát érzékeltette. A 45°-nál meredekebb lejtőket befeketítette. Így tett eleget Nagy Frigyes császár által támasztott követelménynek, miszerint a lejtőszöget bemutató olyan térképet készítsenek, ahol azt a területet, „ahová lóval nem tud felmenni - sötét folttal fejezzék ki”. A lendületcsíkozás számtalan egyéni változatát, a számos javítási törekvést Johann Georg Lehmann (1765-1811) szász őrnagy 1799-ben szabatosan meghatározott rendszerré geometriai csíkozássá fejlesztette (1.3. - 6. ábra). Lehmann módszere szemléletessége mellett a domborzatot bizonyos fokig mérhetővé is tette. A Lehmann-féle csíkozás lényege, hogy a csíkok és a hozzájuk tartozó térközök aránya a meredekséggel arányos, irányuk mindig a legrövidebb lejtő felé mutat és merőlegesek a felszínt metsző elméleti vízszintesekre (a szintvonalakra). A geometriai lejtőcsíkozás módszere függőleges megvilágítást feltételezett. Az így megvilágított felületekre annál kevesebb fény esik, minél meredekebbek, minél nagyobb a vízszintessel bezárt szögük. A legtöbb fény esik a vízszintes felületre, elméletileg pedig semmi nem jut a függőleges síkra. A két szélső érték (fehér és fekete) között a lejtőszögtől függően számtalan átmeneti árnyalat lehetséges. A korabeli sokszorosítási eszközökkel valódi árnyalatokat (bármely szín árnyalati értékének folyamatos változását) nem tudták visszaadni, csak vonalakat. Ezért az árnyékkülönbségeket különböző vastagságú csíkok (lejtőcsíkok) rajzolásával hozták létre.
A csíkok hossza a 4 mm-t nem haladhatja meg, de rövidebb sem lehetett, mint a két csík közötti térköz. A lejtő kanyarodásánál a csíksort több részletre kell bontani, nehogy a széthajló csíkok lejtők egyöntetű árnyalatát megbontsák. Az egymás alá rajzolt csíkok csak kivételes esetben lehetnek egymásnak folytatásai, a második csíksornak az előző csíkok közé kell kerülnie. A második csíksor csíkjainak ugyanabban a szintjében kellett kezdődniük, mint ahol az előző sor elvégződött. Az alsó csíksor vonalkái nem nyúlhattak a felső csíkok közé, de térköz sem keletkezhetett. Ebből a szempontból a francia térképek kivételek voltak, mert a csíksorok között a szintvonalrajznak megfelelő (0,2-0,3 mm) fehér sávot hagytak. A csíksoroknak egyenletesen kellett egymásba átmenniük, lényegesen különböző vastagságú csak éles lejtőátmenetnél, letörésnél voltak lehetségesek (1.3. - 7. ábra).



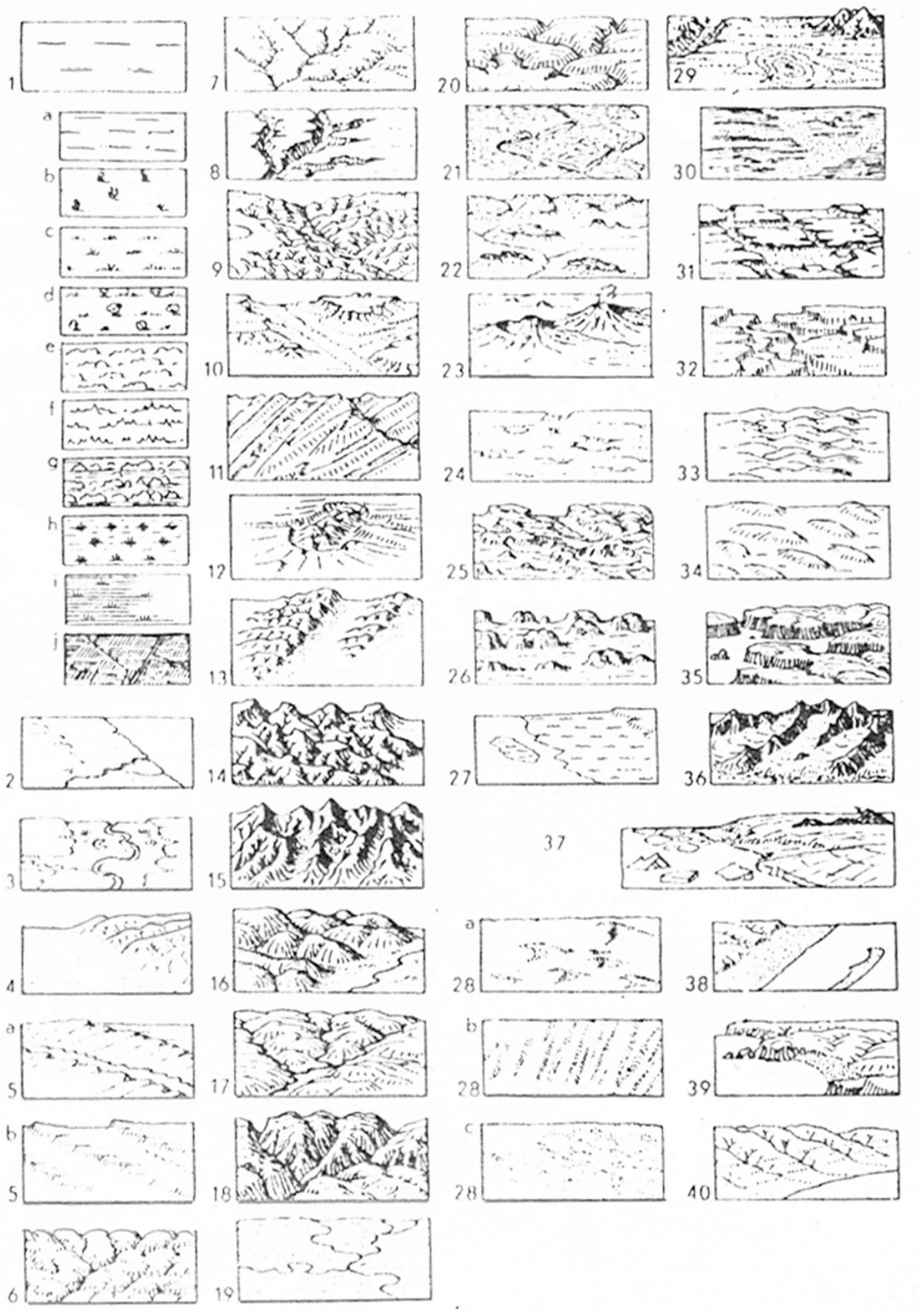
1.3. - 6. ábra: Lehmann-féle lejtőcsíkozás



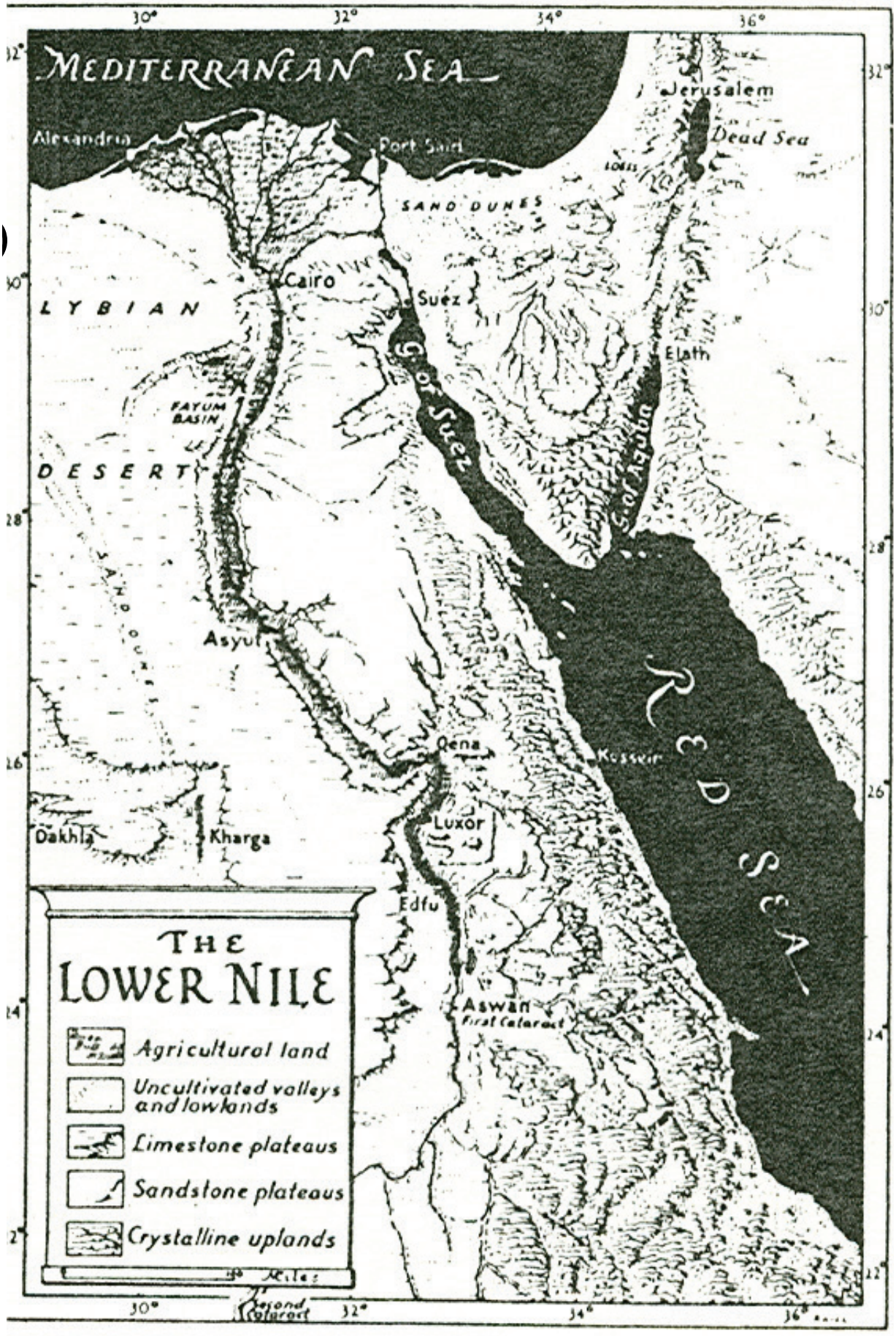
1.3. - 7. ábra: Geometriai csíkozások

A csíkozás munkaigényes művelet volt, de eredményeként a domborzat alakulásáról kifejező és szemléletes kép született. Hátránya volt, hogy a meredekebb lejtőkön az egyéb tartalmat elfedte, az enyhe lejtőkön pedig a ritka csíkozás a domborzat olvasását nehezítette.

A múlt század második felében a felszín ferde megvilágításán alapuló árnyékcsíkozás a legplasztikusabb domborzatábrázolást eredményezte (Dufour, Kogutowicz Manó). Századunk első felében a müholdtávlati képhez hasonló domborzatábrázolást fejlesztették ki, az ún. fiziográfiai módszert. A madártávlati domborzati ábrázolást Raisz Ervin (1893-1968) felújította és a földrajzi sajátosságokat kifejező madártávlatos domborzati jelek rendszerévé fejlesztette (1.3. - 8-9. ábra).



1.3. - 8. ábra: Fiziográfiai domborzatábrázolás (áttekintő jelkulcs)



1.3. - 9. ábra: Raisz Ervin térképe az Alsó-Nílusról (fiziográfiai domborzatábrázolás)

Az így készült kisméretarányú térképek szemléletes ábrázolást nyújtanak a földfelszín morfológiai viszonyairól, a domborzat azonban nem mérhető.

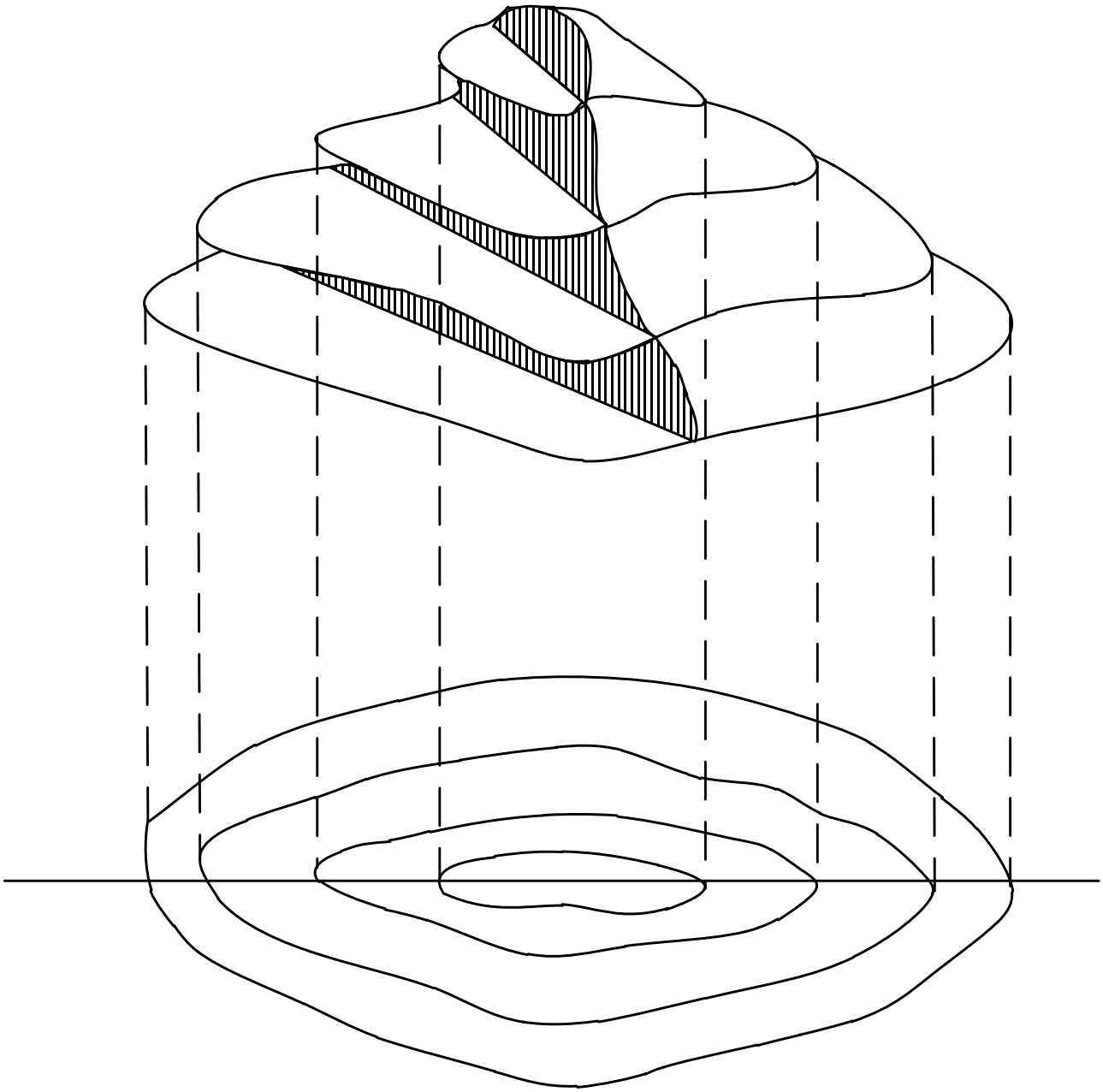
Bár a szintvonalas ábrázolást vízmélységek jelölésére már a 15. század végétől alkalmazták, a tengerszint feletti magasságok ismeretének hiányában a szárazföldek magasságviszonyainak szintvonalas ábrázolása csak a magassági alappont hálózatok létrejöttével, a múlt század második felétől vált lehetségessé.

A szintvonalak szárazföldi alkalmazása mellett először a svájci Bonifác Mercellin Du Carla (1738-1816) emelt szót. Munkájában Buache La Manche mélységvonalas térképére hivatkozik, ahonnan ötletét vette. Javaslatát Dupain-Triel karolta fel, és 1791-ben oktatás célra elkészítette Franciaország 1:2150000 méretarányú szintvonalas térképét. Ezen a 100 m-enként megrajzolt szintvonalakat a térhatás fokozása érdekében a magasság növekedésével arányosan megvastagította. 1804-ben Du Carla tanulmányának ismételt kiadásához újra rajzolta térképét, de akkor már csak minden tizedik szintvonalat vastagította meg, egyenlő mértékben. Az ötlet, a szintvonalas ábrázolás mintájára tehát a térképészek rendelkezésére állt, a módszer egy évszázadig mégsem tudott általánosan elterjedni.

Hazánkban Tóth Ágoston - nemzetközileg is az elsők között - szintén a szintvonalas térképkészítés mellett foglalt állást, Pétervárad térképeinek elkészítésével igazolta állítását, de az ő javaslata sem talált meghallgatásra.

A módszer elterjedésének fő akadálya az volt, hogy alkalmazásakor ismerni kell a földfelszíni formák lényeges vagy jellemző pontjainak tengerszint feletti magasságát. A tengerszint feletti magasság meghatározásához a tengerparttól kiinduló, nagyon szabatos szintezést kell vezetni az ország belsejébe, majd az így létesített alappontokról (ősjegyektől) kiindulva országos magassági hálózatot kell kifejleszteni. A magassági hálózat ismert tengerszint feletti magasságú pontjai adják minden térképezési munka alapját.

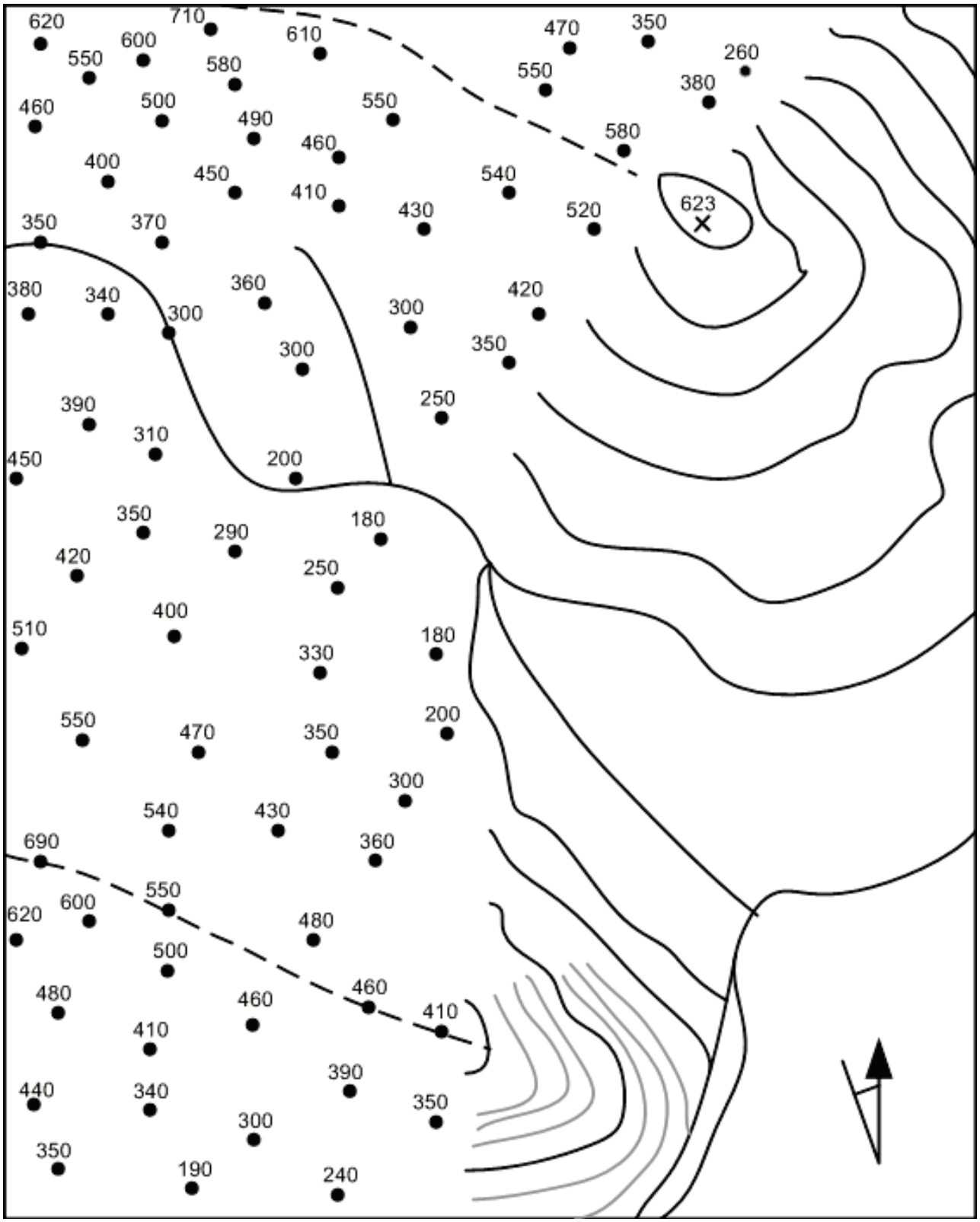
A magassági hálózatokat a legtöbb európai ország csak a múlt század második felében fejlesztette ki. Az Osztrák-Magyar Monarchia területén 1871-1913 között 7 alappontot létesítettek, ebből négyet a történelmi Magyarország területén Ruttkánál (Vrútky, Szlovákia), Terebesnél (Trebusa, Ukrajna), Vöröstoronynál (Turnu Rosu, Románia) és Nadapnál, a Velencei-hegységben. Az alappontokból kiindulva az első világháborúig készült el az ország részletes magassági hálózata. A magasságok mérésével szembeni követelményt a domborzatábrázolási eljárások közül egyedül a szintvonalak elégítik ki.



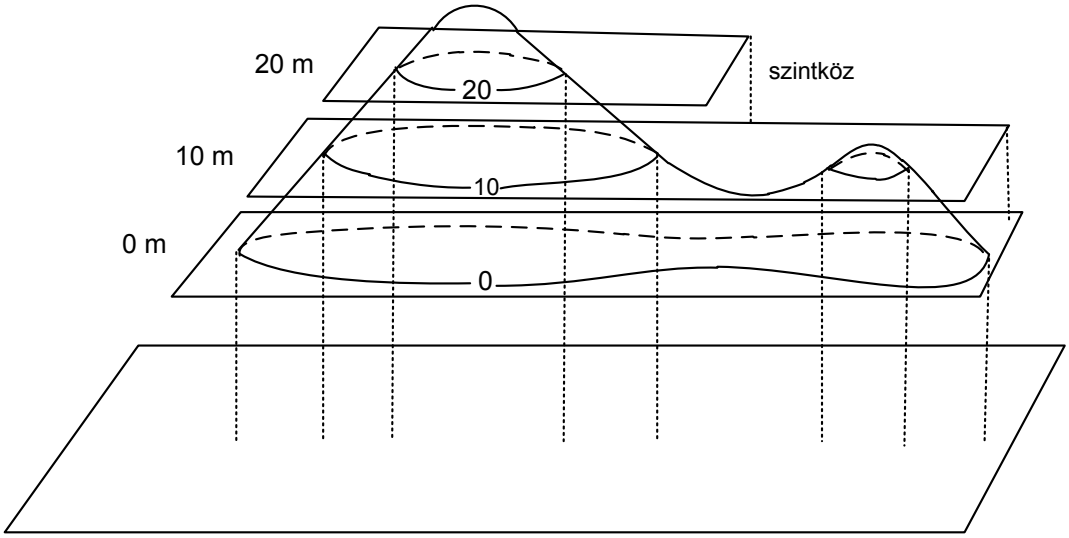
1.3. - 10. ábra: A szintvonalas ábrázolás alapelve

Szerkesztésük egyszerű, mérhetőek és nem nyomják el a térkép egyéb tartalmát (1.3. - 10-12. ábra). Ezek az előnyök a szintvonalas domborzatábrázolást kizárólagossá teszik a topográfiai térképeken. A szintvonalas ábrázolás egyetlen hiányossága, hogy a szintvonalak csak meghatározott sűrűségben (tömegben) szemléletesek és plasztikusak. A megfelelő szintvonalsűrűség eltérése elsősorban a kis szintvonal-sűrűségű tájak (dombvidék) esetében nehezen valósítható meg. A szintvonalas ábrázolás elég szemléletes képet nyújt azokon a területeken (meredek lejtőjű hegyoldalakon), ahol a szintvonalak sűrűek. A szintvonalas térkép térhatásának növelésére különböző, a szintvonalrajzot módosító kísérletek születtek. Ernst Heinrich Michaelis (1796-1873) 1847-ben a szintvonalakat

megvastagította, északnyugati megvilágítást feltételezve az árnyékoldalon (árnyékplasztikus szintvonal). Próbálkozása nem vezetett jó eredményhez és a térkép is durvábbá vált.



1.3. - 11.ábra: A szintvonalak izovonalak

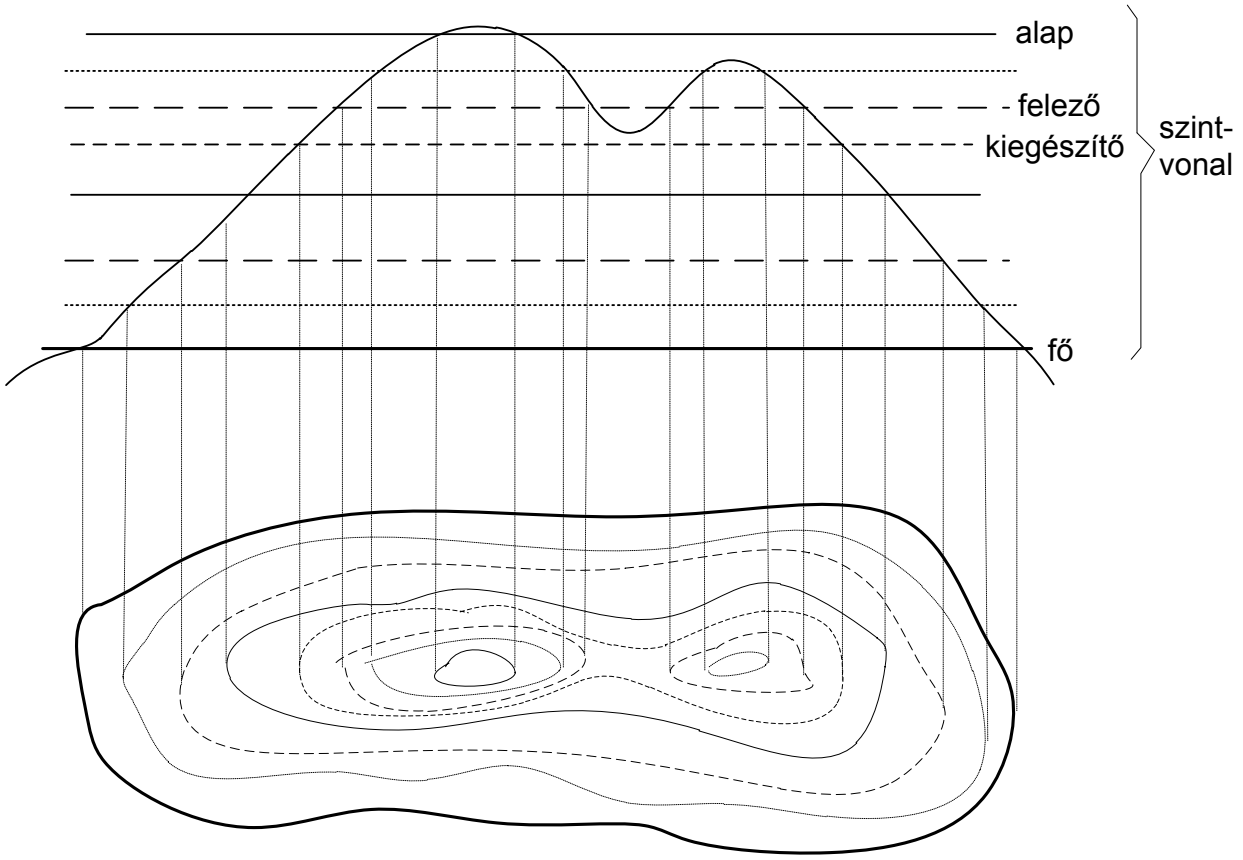


1.3. - 12. ábra: A szintvonalas ábrázolás

A magyar Pauliny Jakab József (1827-1899) halványszürke papírost javasolt a térkép sokszorosításához. Ezen a papíron - nyugati megvilágításnál - a fényoldalon a szintvonalakat fehérrel nyomtatta (Schneeberg és Raxalpe térkép, 1895). A teljesen világos és sötét részek között az átmenetet szaggatott és pontozott vonalszakaszokkal érzékeltette. Egy kúp alakú hegyet feltételezve, a fénnyel szemben és átellenben lévő 60° -60°-os szakaszokat folyamatos vonallal, az ezt követő 30° -30°-os szakaszt szaggatott, a maradék 30° -30°-os szakaszt pontozott vonallal húzta meg, a fény felöli részén fehér, az árnyékoldalon fekete tussal. Módszer érdekes képet eredményezett, de megdrágította a térképkészítést, ugyanakkor a sötét papír közvetlenül befolyásolta a síkrajz olvashatóságát is.

Ehhez a módszerhez hasonló a japán Tanaka Kitiro (1896-1973) egyik szintvonal-módosítási kísérlete (1932). A fénnyel szembeni oldalon fehérrel, az árnyékoldalon feketével húzták meg a szintvonalakat, a fény-árnyék határtól fokozatosan vastagodó vonalakkal. Pauliny és Tanaka elképzeléseit néhány iskolai atlaszban valósították meg, az eljárást a rétegszínezésű domborzat-ábrázolással párosítva. Az árnyékoldalakon a színfokozatok világosbarna vagy szürke szintvonal választotta el egymástól, a megvilágított oldalon fehér sáv keletkezett a színrétegek között. Ezeken kívül még számos kísérlet történt a domborzat plasztikusabbá tételéhez, de csak próbálkozásoknak bizonyultak, mindössze néhány térkép született az egyes eljárásokkal. A szintvonalas térképek szemléletességének fokozására ez ideig csak egy módszer, a domborzatárnyékolás bizonyult hatékonynak. Az árnyékolás (színtörlés, summer) a rendszerint ferdén megvilágítottnak feltételezett felszínen a fény-árnyék hatást különböző szürke árnyalatokkal fejezi ki. A fénnyel szemben lévő oldalak a legvilágosabbak (fehérek), az árnyékban lévő ellentétes oldalak a legsötétebbek (feketék). A teljesen megvilágított és teljesen árnyékban lévő részek közti területek a megvilágítás mértékétől függően különböző szürkeségűek. (A vetett árnyékokat az ábrázolásnál nem veszik figyelembe, eltakarnák a szomszédos hegyeket.) Először a térkép szintvonalrajzát halványkék színben fehér, nagyon jó minőségű papírra nyomják (kéknyomat). Szénceruzával durván kialakítják a lejtők árnyalatait, majd legtöbbször papírból sodort ceruzával elkenik a rajzot, hogy fokozatos átmeneteket,

egybemosódó árnyalatokat hozzanak létre. Innen ered a módszer neve: színárnyalás, színtörlés, vagy a német schummern (árnyékol, satíroz) szóból képzett summerolás kifejezés is. Az árnyékolás csak az első világháború után, az ofszetnyomás elterjedésével vált általánossá. Az árnyékolást rendszerint külön színnel (szürke) sokszorosítják, hogy az ne zavarja a térkép egyéb tartalmát.



1.3. - 13. ábra: Szintvonaltípusok

A rétegszínezés alkalmazásakor meghatározott szintvonalak közötti magasságtartományokat színfokozatokkal különítik el egymástól, rendszerint a „minél magasabb, annál sötétebb”, ill. a „minél alacsonyabb, annál zöldebb” elvek szerint megválasztva a színeket (1.3. - 14. ábra). A kisméretarányú térképeken elsősorban nem a lejtők meredekségének kifejezésére, hanem a tájak közötti magasságkülönbségek érzékelésére van szükség. A XIX. század harmincas éveiben Emil Sydow (1812-1873) kisméretarányú térképein a 200 m magasság alatti területeket, az alföldeket zöld, a magasabb hegyvidéki, dombsági tájakat barnával színezte. Ezzel bevezette a magassági rétegszíneket. A különböző magassági rétegeket szemléltető színfelületek szintvonalak választják el egymástól. Az osztrák Freidlich Hauslab (1798-1883) szerint a szintvonalak rétegszínezés nélkül olyanok mint a „szoknya nélküli krinolin karika”. 1854-ben javasolta, hogy a térképekre felfelé sötétedő árnyalatú skálát nyomjanak. A „minél magasabb, annál sötétebb” elv összhangban állt a csíkozásos térképek „minél meredekebb, annál sötétebb” elvével. Kezdeményezését a színtani kutatások figyelembevételével többen is továbbfejlesztették. A kísérletek eredményeit a század végén (1898) az osztrák Karl Peucker (1859-1940) összegezte.

Szerinte a tájat úgy kell színezni, mintha nagy magasságból szemlélnénk. A hegyek közelebb vannak szemünkhöz, ezért tompább színűek. A plasztikus hatást tehát a „minél magasabb, annál világosabb” elv alkalmazásával érhetjük el. A színfokozatokat a természetes színsor figyelembevételével javasolta megválasztani. Mivel a színskálán a víz ábrázolására használt kék szín a sötétebb árnyalat felől halad a szárazföld legalacsonyabb részeit jelképező zöld felé, ezért a vizek ábrázolására a „minél mélyebb, annál sötétebb” elvet mondta ki. Javaslata szerint több térkép készült, de módszere nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket. A legsűrűbben lakott, legjobban terhelt térképrészletek olvashatóságát nehezítette a sötét árnyalat. A nemzetközi 1:1000000 méretarányú világtérkép szerkesztői előírásainak készítése során folyó viták kialakították azt a domborzatábrázolási módot, amely még napjainkban is a legelterjedtebb. A tengereknél megtartották Peucker javaslatát (minél mélyebb, annál sötétebb), de a domborzat ábrázolásnál színlépcsők alkalmazásával visszatértek Hauslab elvéhez: minél magasabb, annál sötétebb.

1.3. - 14. ábra: Rétegszínezés

A napjainkban is széleskörűen használt domborzatábrázolási módszerek, a szintvonalas ábrázolás, az árnyékolás, a rétegszínezés mindegyike rendelkezik bizonyos előnyökkel, de csak meghatározott méretarányokban. A szintvonalas ábrázolás a jellemző az 1:1000 -1:250000 méretarány között. Ebben a méretarány tartományban a térképek célja a mérhetőség biztosítása, műszaki feladatok megoldásának elősegítése. Ezt a követelményt csak a szintvonalas ábrázolás elégíti ki. 1:250000 és kisebb méretarányú térképeknél a plasztikusság fokozására a szintvonalrajzot ki szokták egészíteni árnyékolással. A méretarány csökkentésével a szintvonal veszít pontosságából. A színköz egyre nagyobb magasságot jelől, az egyszerűsítés révén a szintvonal már csak a nagyobb formákat jelöli. A mérhetőség elsődleges követelményét most felváltja a szemléletesség szempontja. A szemléletességet árnyékolással, illetve árnyékolással kiegészített rétegszínezéssel érik el. A szaktérképeknél más a helyzet. Itt az elsődlegesség a cél, hogy a háttér ne zavarja a szakanyagot, a tematikát. A szaktérképek ezért a domborzat szintvonalakkal vagy árnyékolással szemléltetik. A színfokozatos ábrázolás ritkább, akkor is rendszerint csak egy szín (szürke) több árnyalatából építik fel az egyes fokozatokat (pl. éghajlati térképeknél).

A domborzat ábrázolása szintvonalakkal

A szintvonalak a földfelszín azonos tengerszint feletti magasságú pontjait összekötő vonalak. Más szavakkal a tengerszinttel párhuzamos, egymás felett elhelyezkedő szintfelületeknek (síkoknak) a földfelszíni formákkal való metszésvonalai.

A metsző felületek közti függőleges távolság a szintköz. Az állandó szintközű szintvonalak közötti függőleges távolság az alapszintköz (pl. mindig 1O m). A szintköz lehet változó is (pl. 100, 200 és 500 m-es szintvonalak esetén 100 és 300 m).

A térképen ábrázolt legkisebb szintközű folyamatosan megrajzolt szintvonalakat alapszintvonalnak nevezik. Folyamatos vékony vonallal ábrázolják. A domborzati viszonyok, magasságkülönbségek gyorsabb leolvasása, áttekinthetősége érdekében általában minden ötödik szintvonalat vastagítva rajzolják ki, ezek a főszintvonalak.

Ahol két szomszédos alapszintvonal nem elegendő a domborzat részleteinek kifejtésére, ott szaggatott vonallal ábrázolt felezőszintvonalat alkalmaznak.
További részletek kifejezésére rövidebb (régebben) szaggatott vonalakkal ábrázolt negyedelő szintvonalat, vagy pedig magassági érték nélkül kiegészítő szintvonalat használnak (pl. hegyorr, lejtőátmenet, pihenő).

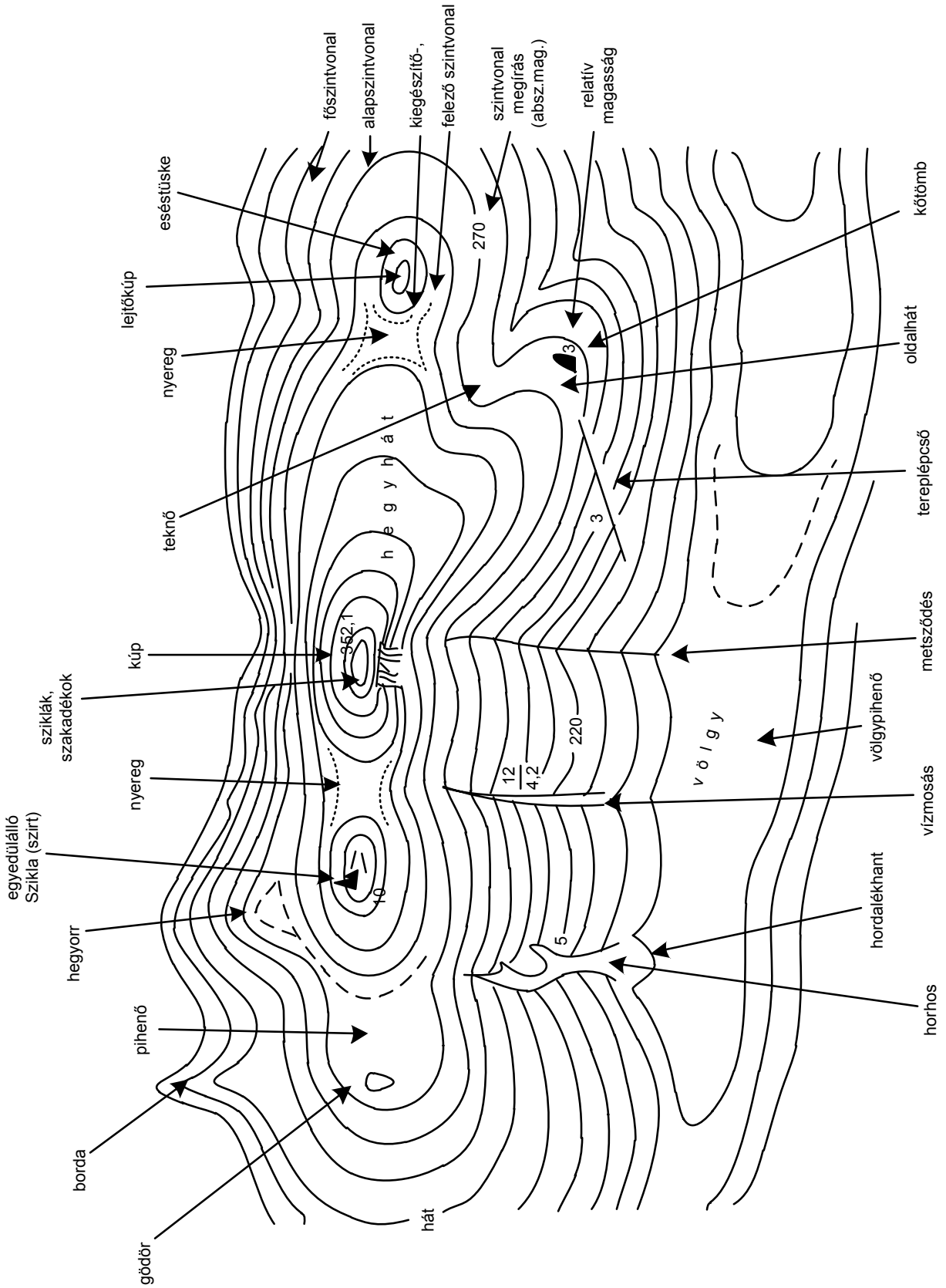
A tájra jellemző, jól tájékoztató kis formákat (homokbucka, víznyelő, töbör) vagy a felszín hirtelen, meredek leszakadásait (sziklafal, bevágás, horhos) nem lehet az alap- és kiegészítő szintvonalakkal kifejezésre juttatni, ehhez kiegészítő jeleket alkalmaznak.

Önmagában a szintvonalrajz alapján a fenn és lenn, a magasabb és alacsonyabb nem állapítható meg. Ezt a tengerszint feletti magasságot mutató szintvonalszámok alapján tudjuk meghatározni. További segítséget nyújtanak a szintvonalakra rajzolt eséstüskék és a térképen ábrázolt egyéb elemek, elsősorban a vízfolyások és magassági számok. A szintvonalszámokat úgy írják meg, hogy talpuk a lejtő irányába mutasson, de a térképet szemlélve ne álljon fejre. (Északra néző hegyoldal helyett déli oldalra kerülnek a számok.) Az eséstüskék a lejtés irányába mutató kis vonalak. Mivel a szintvonalak különböző magasságú, egymással párhuzamos szintfelületeknek a földfelszínnel alkotott metszésvonalai, ezért a szintvonalak önmagukba visszatérő, egymást sohasem keresztező görbék (1.3. - 15-17. ábra)

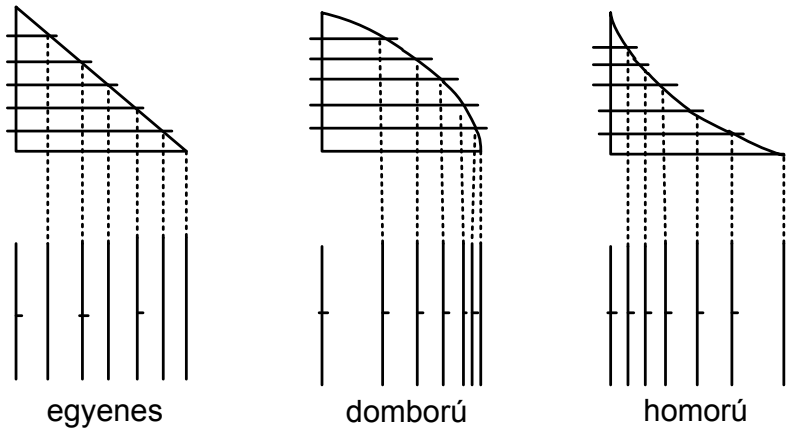
Minél meredekebb egy lejtő, a szintvonalak annál közelebb, minél enyhébb, annál távolabb kerülnek egymástól. A szintvonalak egymástól való távolsága a lejtőszöget, a formát körülhatároló rajzolatuk pedig a formák jellegét (széles teknő alakú völgy, keskeny hegyhát stb.) fejezi ki (1.3. - 18. ábra).

A domborzati formák egyszerűsített, hasonló rendszerrel (vonalcsoporttal) ábrázolható, a természetben ismétlődve előforduló alakzatai a terepidomok vagy domborzati idomok. Vizsgálatukkal a domborzattan foglalkozik. A domborzati formák topográfiai rendszerezése a terepidomok alapján lehetséges. A domborzattan ismerete a terepen történő tájékozódás egyik alapja.

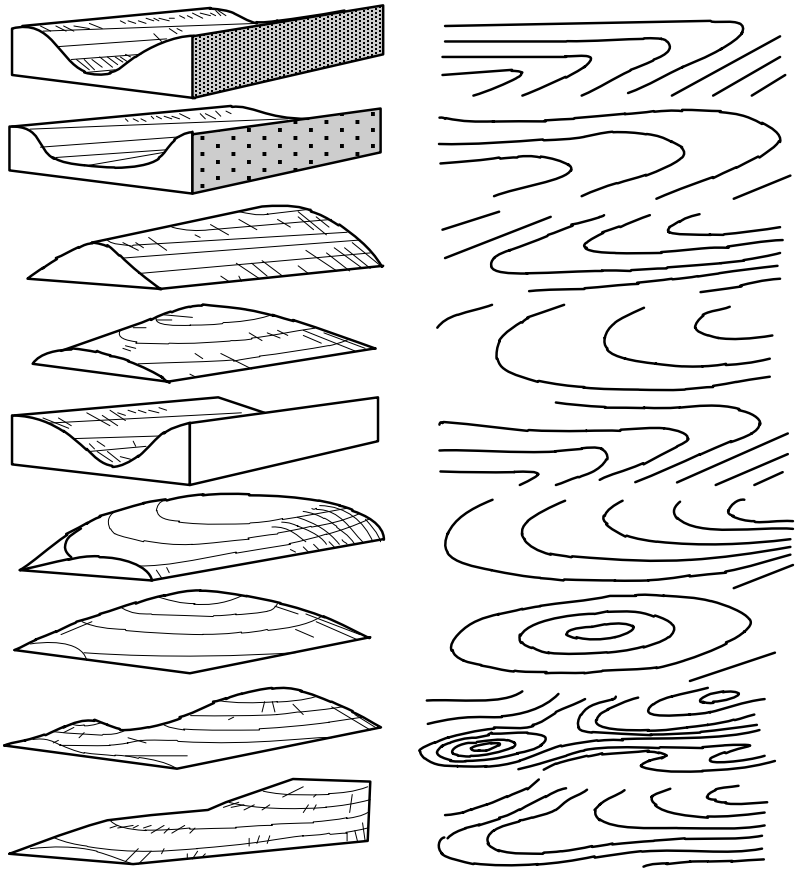
A térkép méretarányának kisebbedésével a szintvonalak rajzát is általánosítják. Az általánosítás során a térkép készítő arra törekszik, hogy a táj jellegét, legtípusosabb morfológiai vonásait kifejezésre juttassa. Az általánosítás első lépcsője a szintvonalak egymás közti távolságának, az alapszintközöknek a növelése (mennyiségi általánosítás). A második lépésben a megmaradó szintvonalak simítása, a jellemző formák kiemelése, kisebb idomok összevonása következik (1.3. - 19. ábra).



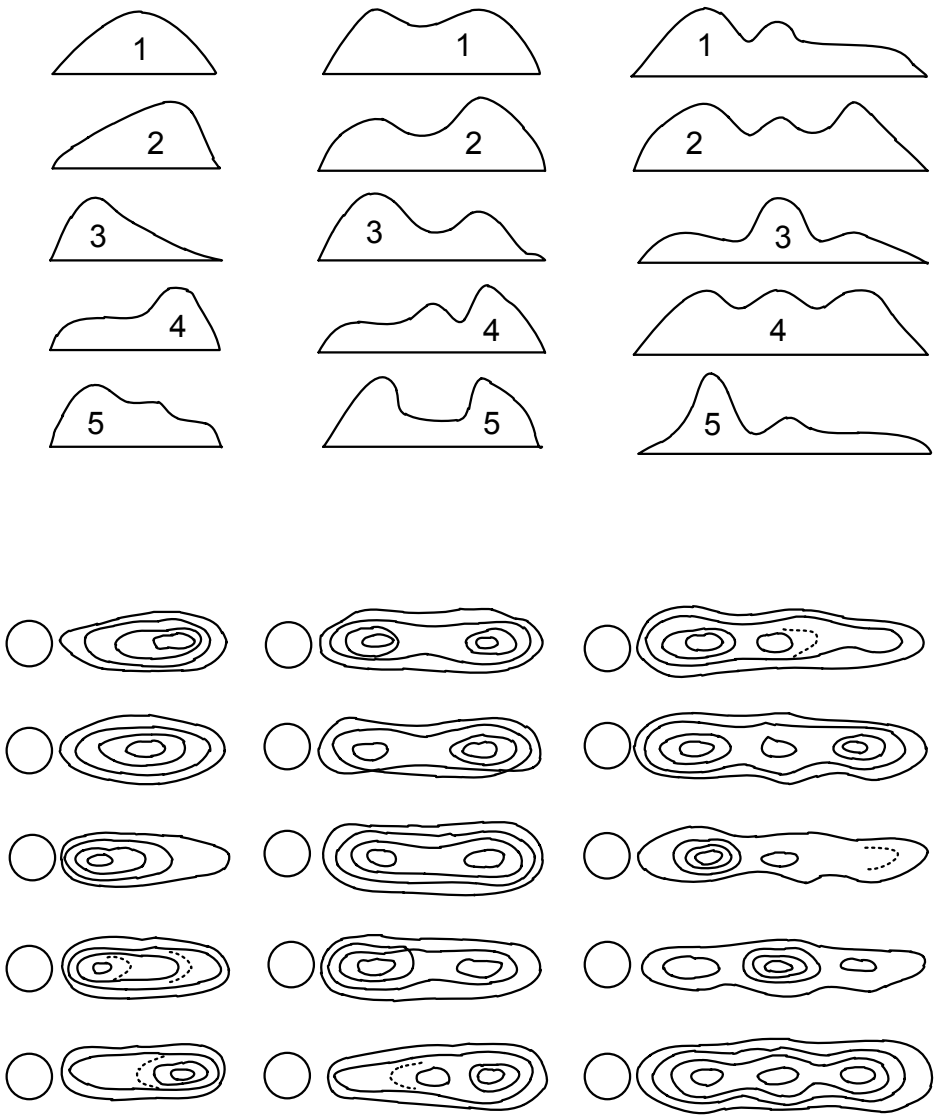
1.3. - 15. ábra: Domborzati idomok



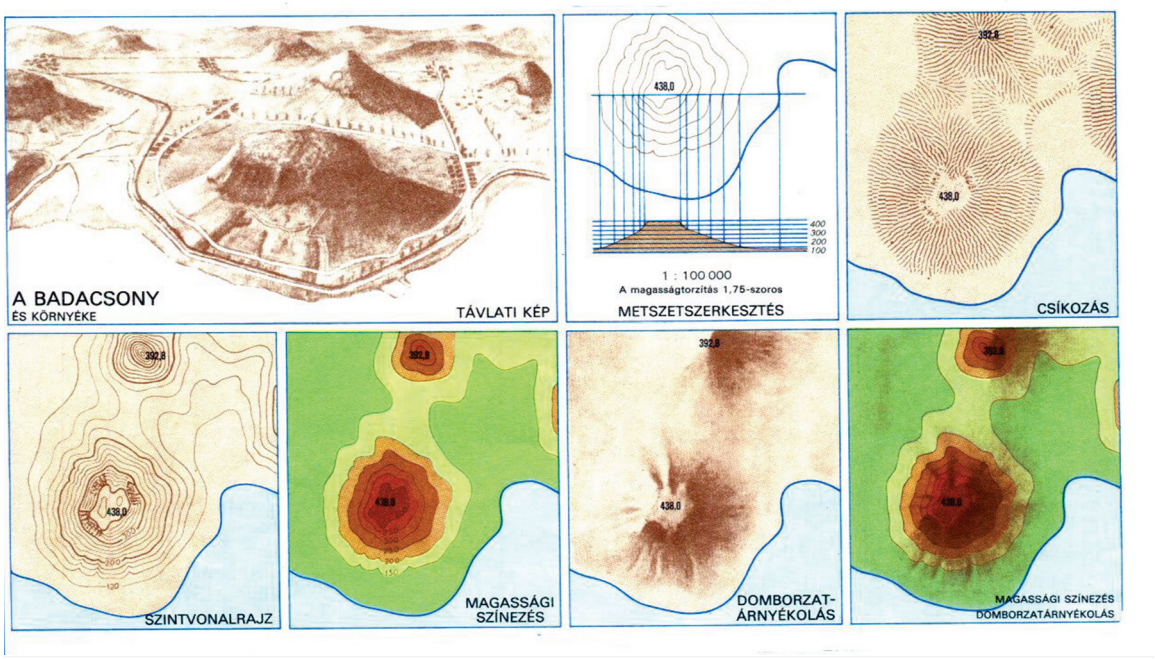
1.3. - 16.ábra: A lejtők típusai



1.3. - 17.ábra: A felszíni formák ábrázolása szintvonalakka



1.3. - 18. ábra: Oldal- és felülnézeti domborzatábrázolás megfeleltetés



1.3. - 19. ábra: Domborzatábrázolási módszerek

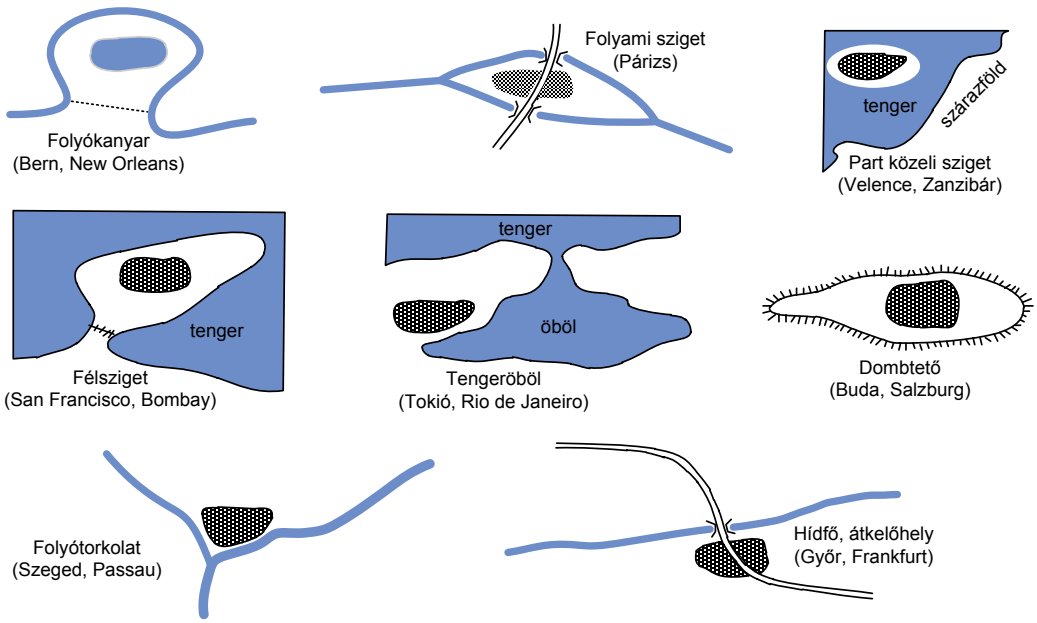
A szintvonalas domborzatábrázolást még magassági pontok egészítik ki. Ezek megkönnyítik a szintvonalak magassági értékének megállapítását, kifejezik a jellemző domborzati pontok (pl. kúpok, nyergek) magasságát, továbbá sík terepen átveszik a szintvonalak szerepét (mérőszámos domborzatábrázolási módszer).
A szintvonalak a topográfiai terepfelmérés során a terepen a felmért pontok alapján nem-lineáris interpolációval, az idomváz segítségével rajzolták meg, ill. topográfiai térképezés során a sztereofotogrammetria alkalmazásával, a képpárok magassági kiértékelésével közvetlenül nyerik.
A szintvonalak a vízgyűjtő vonalak (a legmélyebben fekvő pontokat összekötő vonalakat), ill. a vízválasztó vonalakat (a legmagasabb pontokat összekötő vonalak) mindig derékszögben metszik.

1.3.2. A síkrajz

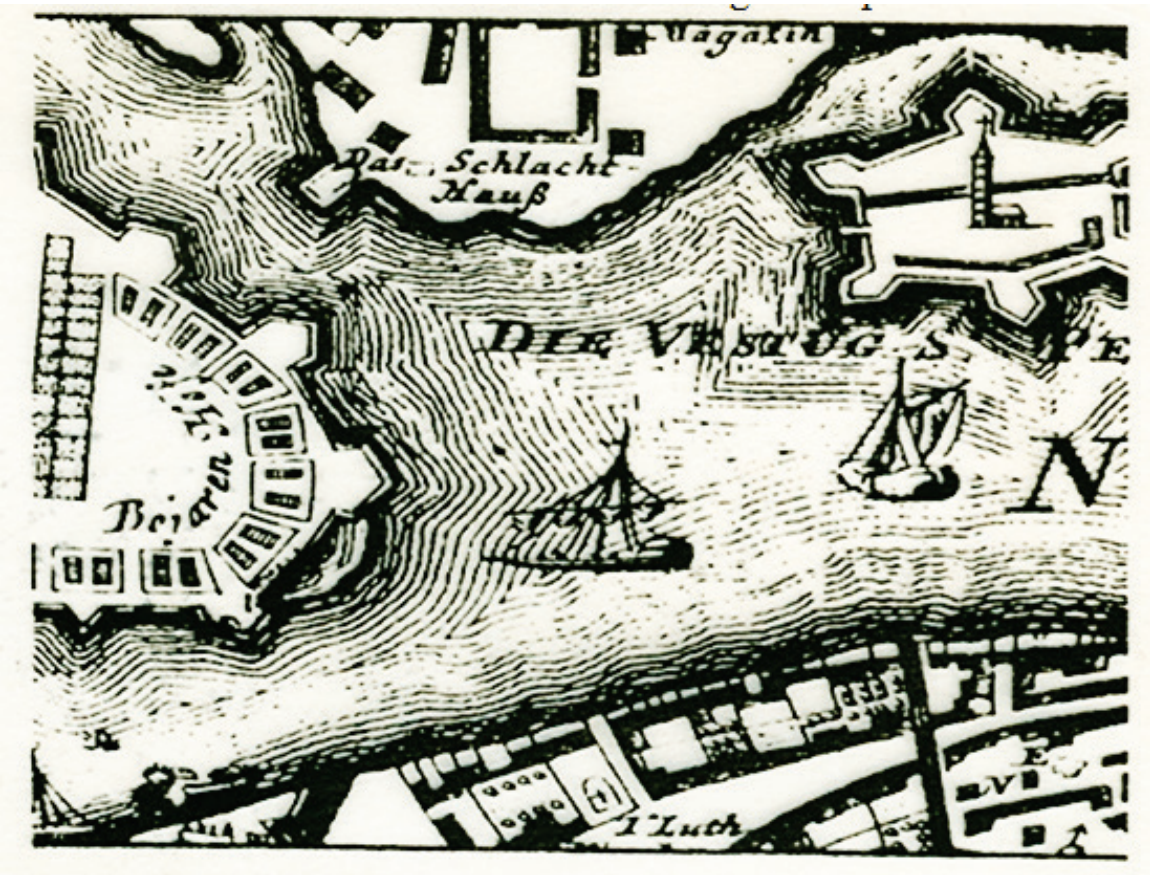
A kétdimenziós térképlap felszínén egyértelműen ábrázolható tárgyakat összefoglalva síkrajznak nevezik. A síkrajz a domborzatábrázolást kivéve - a térképen bemutatott összes egyéb tárgy összefoglaló elnevezése. A síkrajzhoz tartozik a vízrajz, az államigazgatási határok, a települések, az utak, a vasutak, a különböző vezetékek, a növényzet és a talajformák ábrázolása.

A vízrajz

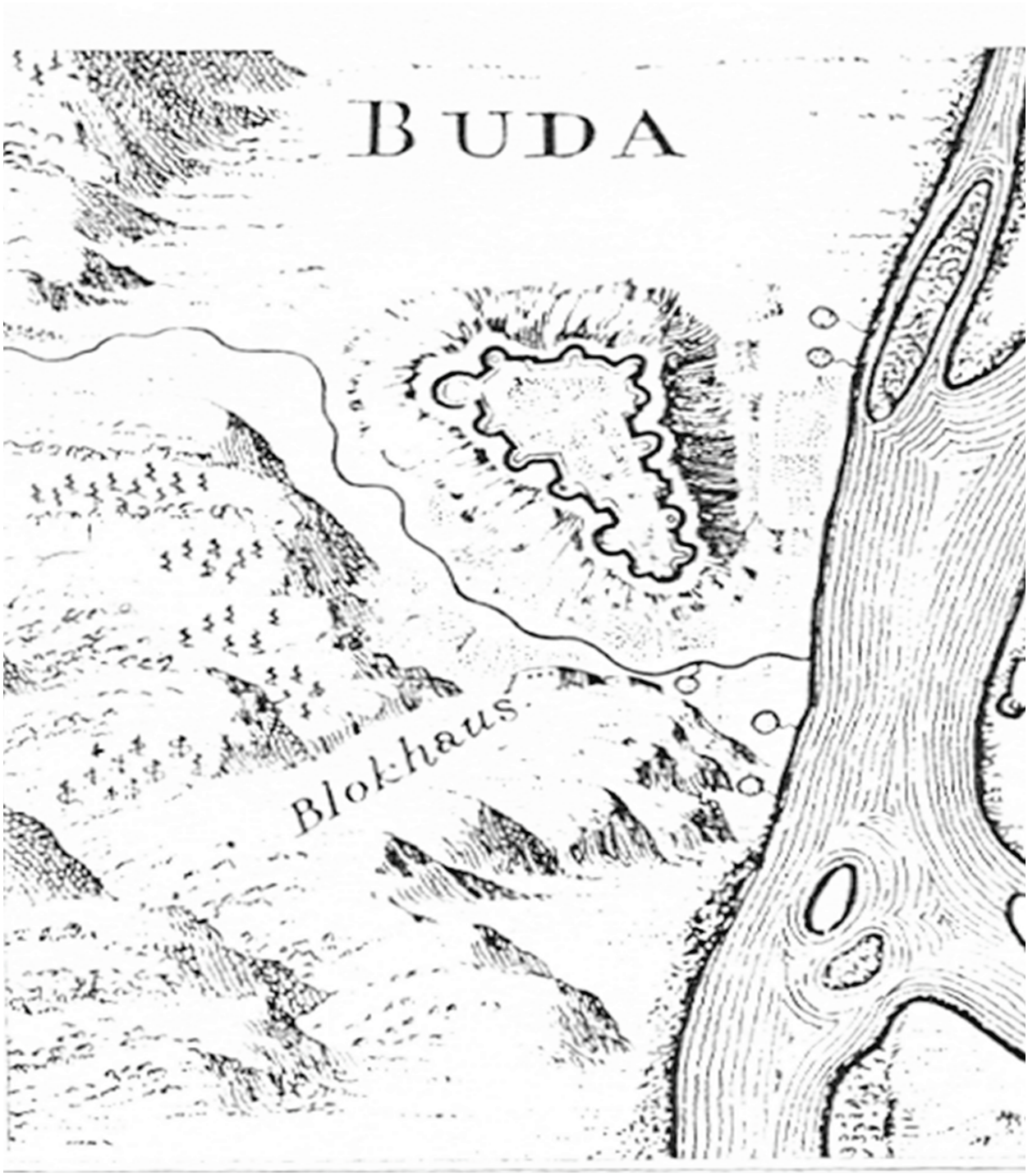
A víz felszínalakító hatása, közlekedési szerepe, települést vonzó tájakat és országokat elválasztó hatása közismert.
A földrajzi térképeken a vízhálózat alkotja a térkép vázát, ehhez igazodik a domborzat és az összes többi elem. A térképek készítésénél a földrajzi fokhálózat és a nagy méretarányú térképeknél a kilométer-hálózat és az alappontok felszerkesztése után először a vízrajzot szerkesztik meg. A vízhálózathoz igazodva rajzolják azután meg a többi térképelemet. A vízrajzot a térképen rendszerint kék színnel ábrázolják; a vízfelületeket világoskék színnel töltik ki. A vízfolyásokat a méretarány függvényében alaprajzszerűen ábrázolják - a rajzolt vízfolyás szélessége a közepes vízálláskor vízzel kitöltött meder szélességével arányos. Ha a vízfolyás alaprajzban nem ábrázolható, rendszerint a forrástól a torkolatig egyenletesen vastagodó vonallal jelölik. A magyar földrajzi térképeken a nem alaprajzszerűen ábrázolt folyók vastagodása a közepes vízhozam növekedésével arányosan nő. A térképek nemcsak a vízfolyásokat, hanem azok egyéb természetes jellemzőit (pl. zátony) és mesterséges építményeit (pl. gát) is ábrázolják.
A levezetett térképeken a vízfolyásokat generalizált formában ábrázolják; egyes rövidebb mellékfolyókat nem jelölnek, a kisebb kanyarokat elsimítják, egyszerűsítik.



1.3. - 20. ábra: A víz településeket vonzó hatása

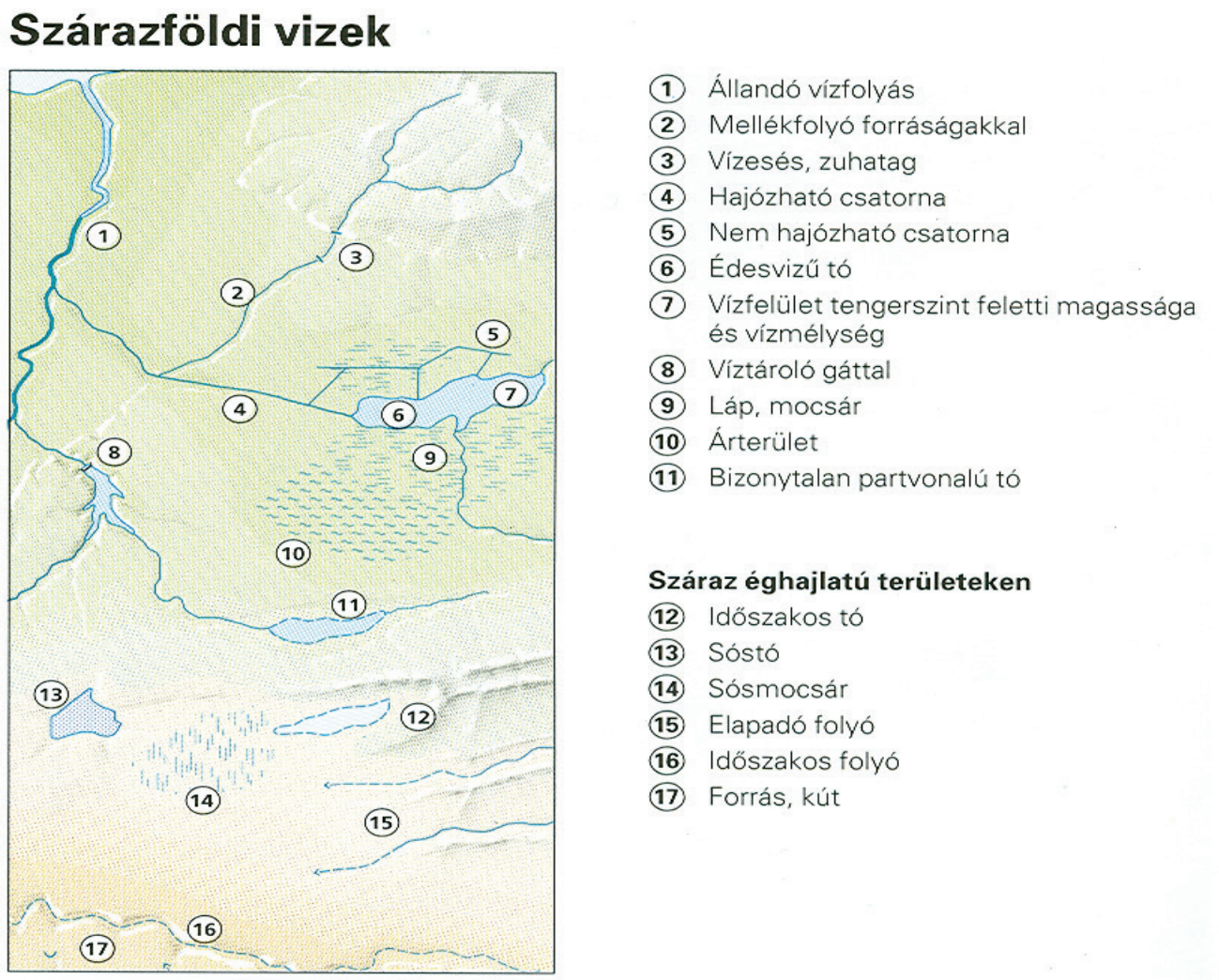


1.3. - 21. ábra: A vízfelület vonalkázása régi térképeken



1.3. - 22. ábra: A vízfelület vonalkázása régi térképeken II.

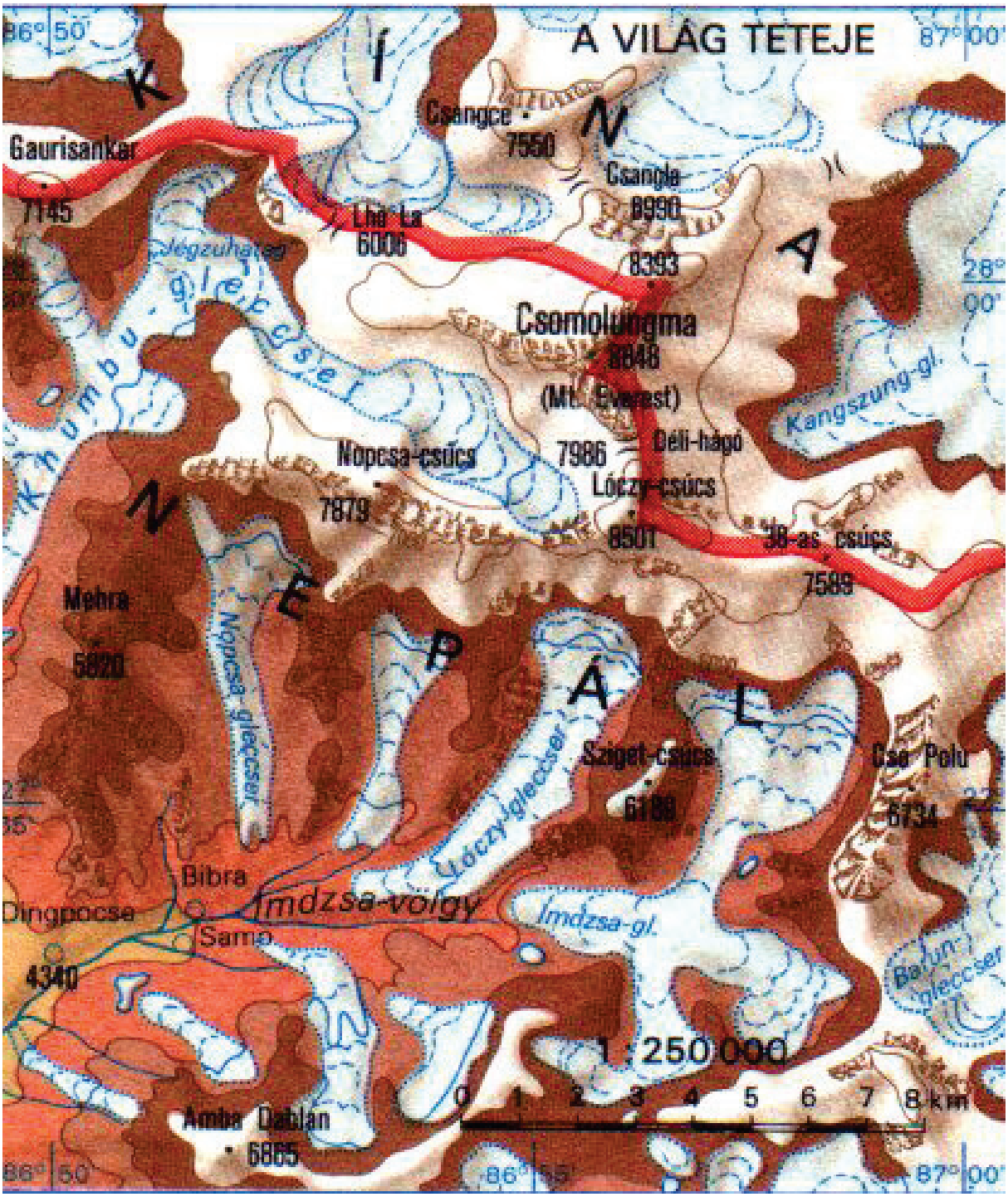
Az időszakos vízfolyásokat a térképek szaggatott kék vonallal jelölik, a száraz folyómedreket (pl. vádikat) gyakran barna szaggatott vonal jelzi. Az állóvizek felületét a kék színen kívül mélységvonalakkal (izobátokkal), kisebb méretarányokban rétegszínezéssel („minél mélyebb, annál kékebb") is kiegészíthetik. Tavaknál rendszerint eltérő színárnyalatokkal különböztetik meg az édes ill. sós vizet, valamint szaggatott vonal jelzi a szintváltozásos tavak partvonalát. A tengerpartok ábrázolásánál a térképek a középvízállást jelölik. A generalizált ábrázolású „fésült" partvidék rendszerint megőrzi a parttípus jellegét (pl. fjordos, erősen tagolt part).



1.3. - 23. ábra: Vízrajz ábrázolása egy atlasz jelkulcsából

A gleccsereket a nagyobb méretarányú térképeken fehér alapon rendszerint kék színű szintvonalakkal ábrázolják, peremük a sziklafal jeléhez hasonló grafika jelöli. A kisebb méretarányokban a szintvonal helyett a jégárat a haladási irányra domborodó ívek vagy pontsorok jelzik.

A belföldi jégtakarók felszínének magasságát szintvonalak jelölik. Előfordulhat rétegszínezés is (pl. az 1:2500000 méretarányú világtérkép Antarktisz térképein). Az állandó jéghatárt ill. a zajló jég határát megfelelő vonalas vagy felületi jelekkel ábrázolják. A vízrajz megírásait általában a vízhálózat színeivel a többi névrajzi anyagtól eltérő betűtípussal jelölik.



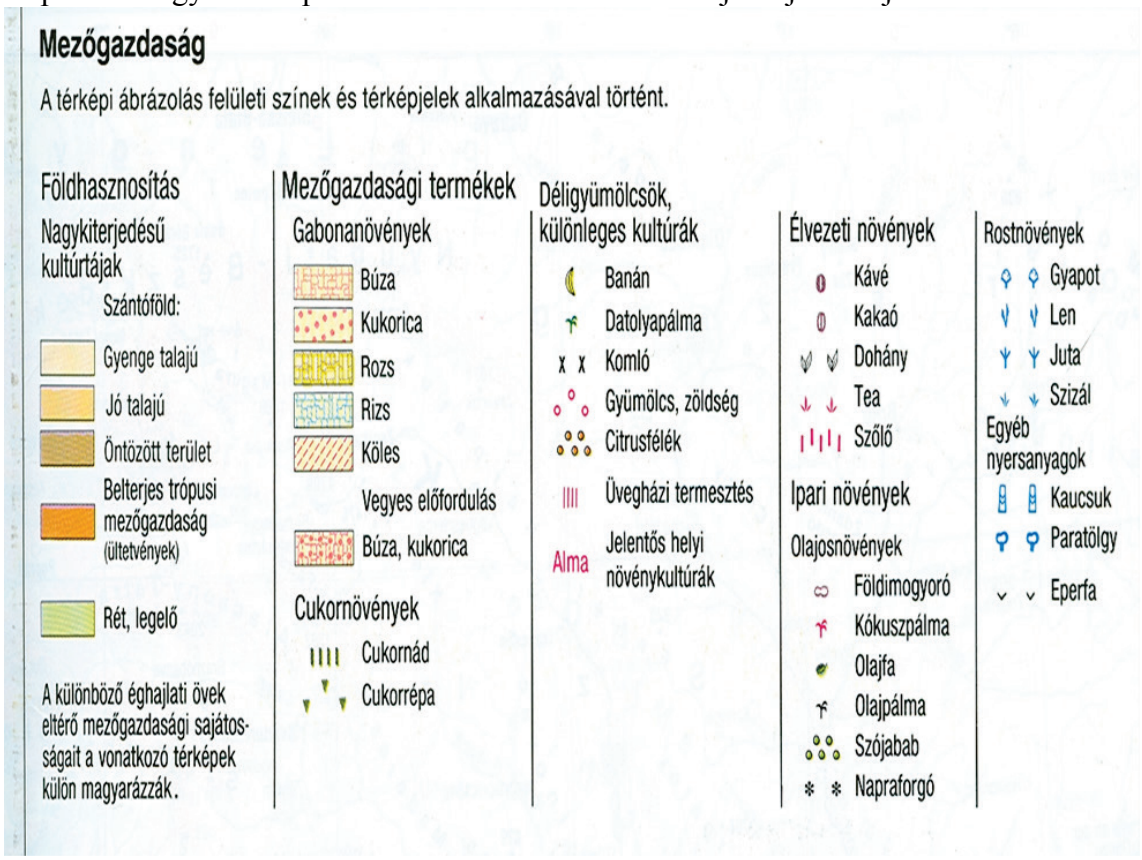
1.3. - 24. ábra: Gleccser ábrázolás

Növényzet és talaj

A növényzet típusokat a talajnemeket (növényzet nélküli természetes felszíneket) csak a topográfiai térképek ábrázolják részletesen. A szántóterületek közül sajátos művelési módjuk miatt a rizs és komlóföldeket külön jellel és színfelülettel szokták bemutatni. A rizs esetében a földek vízzel való elárasztása, a komló esetében a magas, kiépített kordonok akadályát képezhetik a különböző tervezési elképzelések megvalósításának, pl. menetvonal-kitűzésnek stb., ezért szükséges a külön jelölésük. A földrajzi térképek domborzatábrázolási módszere (rendszerint rétegszínezés) csak a tengerparti mangrove-erdők, mocsarak, valamint a homokterületek, köves területek és lávamezők

ábrázolását teszi lehetővé. A részletes térképeken a növénytakarót felületi szín (zöld és sárga), jel vagy felületi jel, a talajnemeket felületi jel ábrázolja. A szántók általában szín és jel nélküli fehér felületek. Halványzöld színbe rajzolt körök jelképezik a gyümölcsöst, a karóra felfutó inda a szőlőt, a két jel együtt: a szőlőt gyümölcsfákkal.

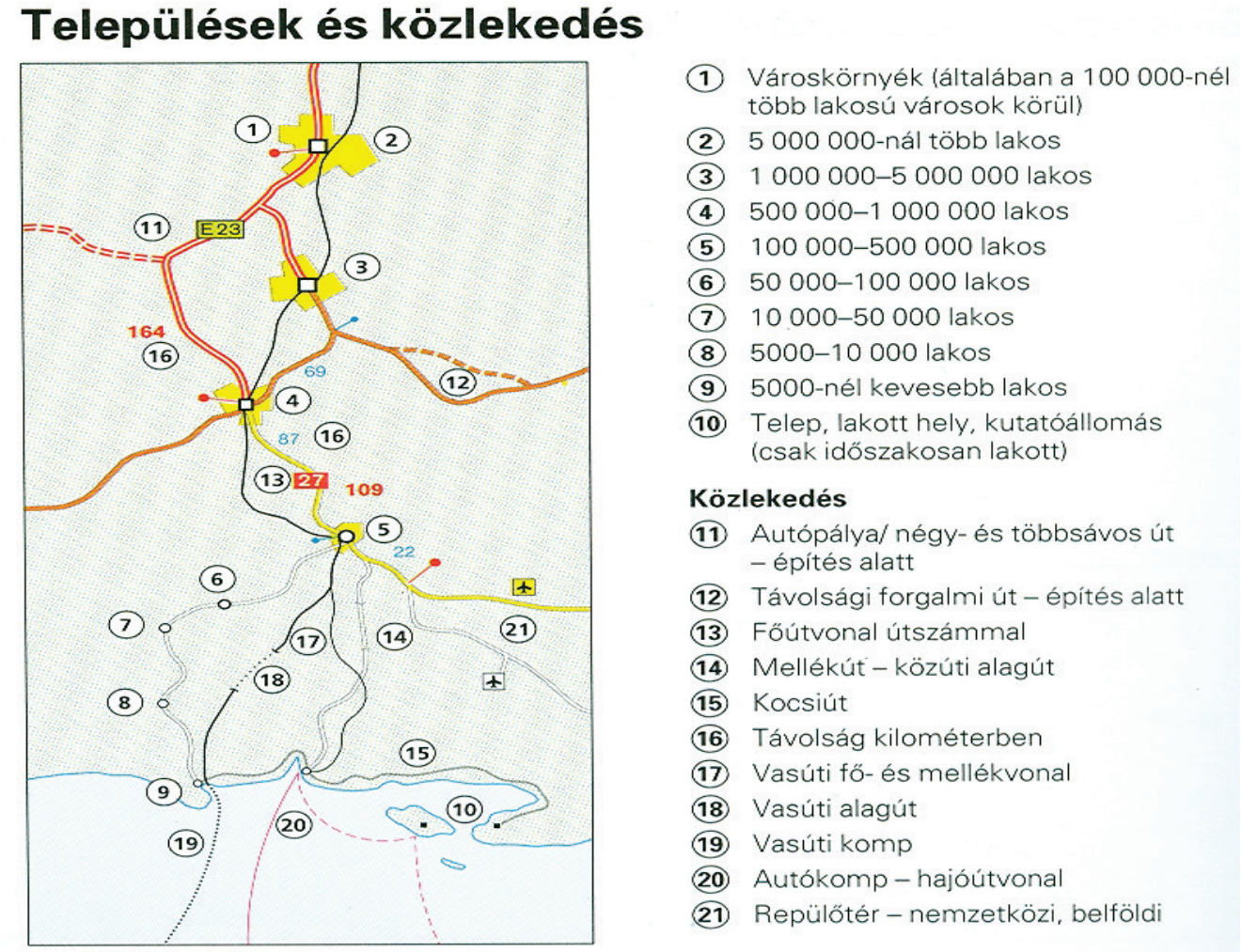
Az erdők ábrázolásakor a zöld színfelületen belül egyezményes jelekkel különítik el a lombos és tűlevelű erdőt; a jel melletti számok a fák átlagos mennyiségi adatait (famagasság, törzsvastagság és átlagos fatávolság) a név az uralkodó fafajtát jelöli. A felszínre bukkanó alapkőzetet egyes térképek a szintvonalak eltérő színeit juttatják kifejezésre.



1.3. - 25. ábra: Növényzet ábrázolása egy atlasz jelkulcsából

Települések

A települések szemléletesen fejezik ki a lakosság térbeli eloszlását. Ábrázolásuk már a legrégibb térképen feltűnik. A nagy méretarányú topográfiai térképek a településeket - az épületeket és az utcahálózatot - alaprajzszerűen, jellegüknek és funkciójuknak megfelelően ábrázolják. A méretarány csökkenésével az ábrázolás jellege fokozatosan változik; az alaprajzban már nem ábrázolható házakat a generalizálás elvei szerint kisimítják, több ház háztömbbé olvad össze, az utcák nagyobb területet foglalnak el, egyes utcák elmaradnak. Ha a település térképi területe a térkép méretarányának 2-4 mm^2 alá esik, a települést egyezményes jelekkel ábrázolják. Az egyezményes helységjelek általában a település közigazgatási rangját és azt a népességkategóriát jelölik, amelybe a település tartozik. A települések megírásának betűtípusa, nagysága, a nevek különböző aláhúzása a helység nagyságrendje ill. közigazgatási rangjára utal.

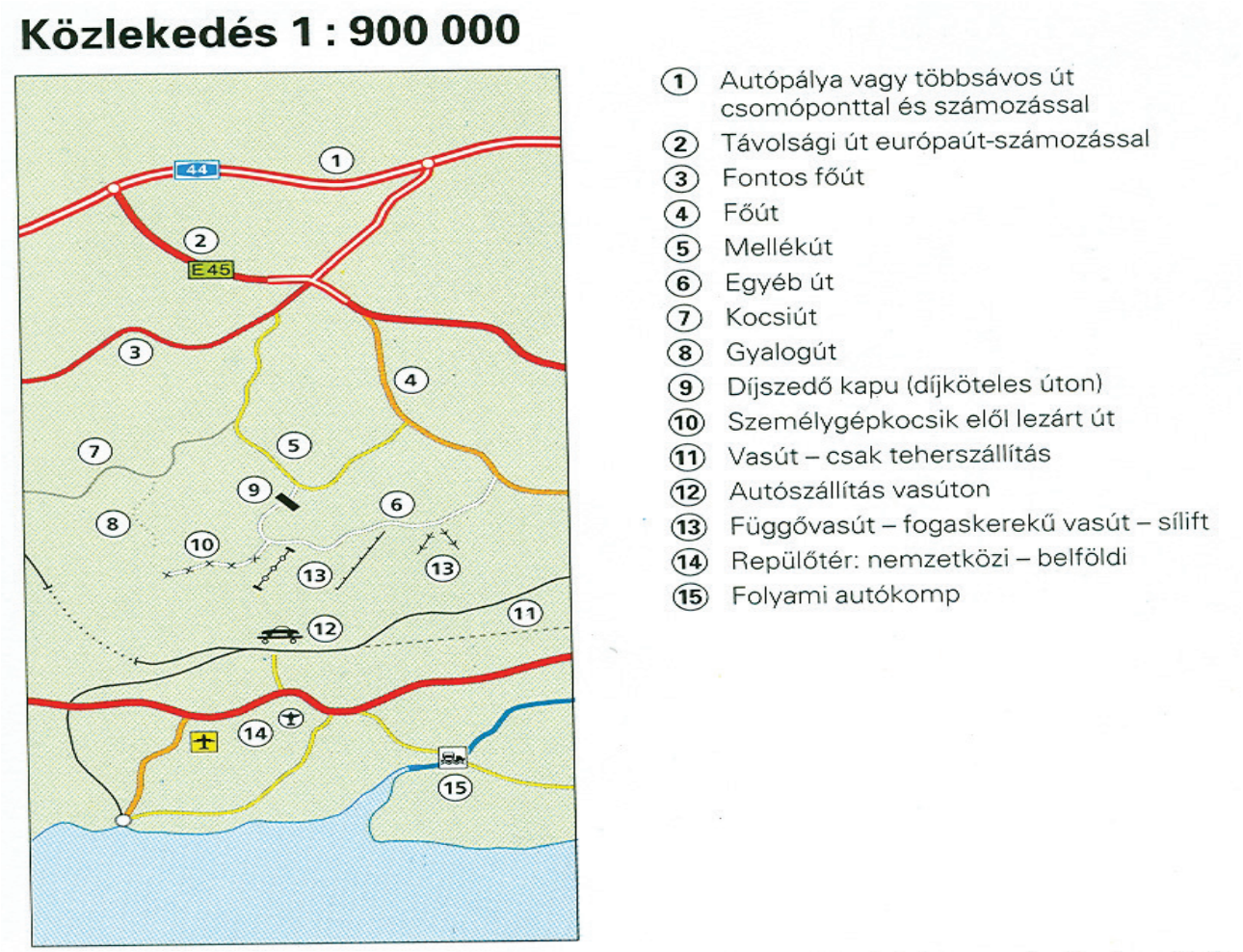


1.3. - 26. ábra: Települések ábrázolása egy atlasz jelkulcsából

Közlekedéshálózat, szállítás

A topográfiai térképek ábrázolják a közutakat, vasutakat, a vízi- és légi közlekedés létesítményeit, a csővezetékes árszállítást, valamint a hírközlő hálózatot. A közutakat és vasutakat a nagy méretarányú térképen alaprajzszerűen, műszaki jellemzőik és funkciójuk szerint megkülönböztetve ábrázolják. A kisebb méretarányokban az utakat és vasutakat vonalas jelekkel tüntetik fel, generalizálva (kisimítva, eltolva), rendszerint helyzethű vagy térbelileg hű módon ábrázolva. A földrajzi térképeken a vízi közlekedés ábrázolásakor a hajózható folyószakaszokat, a kikötőket és a méretaránytól függően a leggyakoribb hajózási útvonalakat, átkelőhelyeket jelölik.

A csővezetékeket és villanyvezetékeket a nagy méretarányú topográfiai térképeken egyezményes vonalas jelekkel ábrázolják. A földrajzi térképek csak az országhatárokat átlépő fontosabb csővezetékeket tüntetik fel. A távközlési állomásokat megfelelő egyezményes jelekkel jelölik.



1.3. - 27. ábra: A közlekedés ábrázolása egy atlasz jelkulcsából

Határok

Az országhatárokat, közigazgatási egységeket ill. egyéb területek határait rendszerint pontok és vonalak meghatározott rendszeréből álló vonalas jelek ábrázolják. Természetes folyóhatár esetében gyakran a sodorvonal jelöli ki a határvonal pontos helyét. Gyakran a határjelzést szélesebb sávval (határszalaggal) teszik szemléletessé.

Országhatárok esetében külön jellel ábrázolják az állandó, a bizonytalan ill. a vitás határokat. A tengeri határokat korábban csak a megfelelő szigetek hovatartozására utaló vonalas jelekkel jelölték. A tengerek gazdasági hasznosításának fellendülésével szükségessé vált a pontos tengeri országhatárok kijelölése. A parti tengeri határvonalat a partvidék kiugró fokait összekötő vonalakkal párhuzamos, a parttól 12 mérföldre levő vonallal jelölik ki. A gazdasági határt (gazdaságilag hasznosítható terület határát) jelenleg a parttól 200 mérföldes távolságra húzzák meg, vagy nemzetközi tengeri határ-megállapodások alapján rajzolják (pl. Északi-tenger).

1.3. - 28. ábra: A határok ábrázolása egy atlasz jelkulcsából

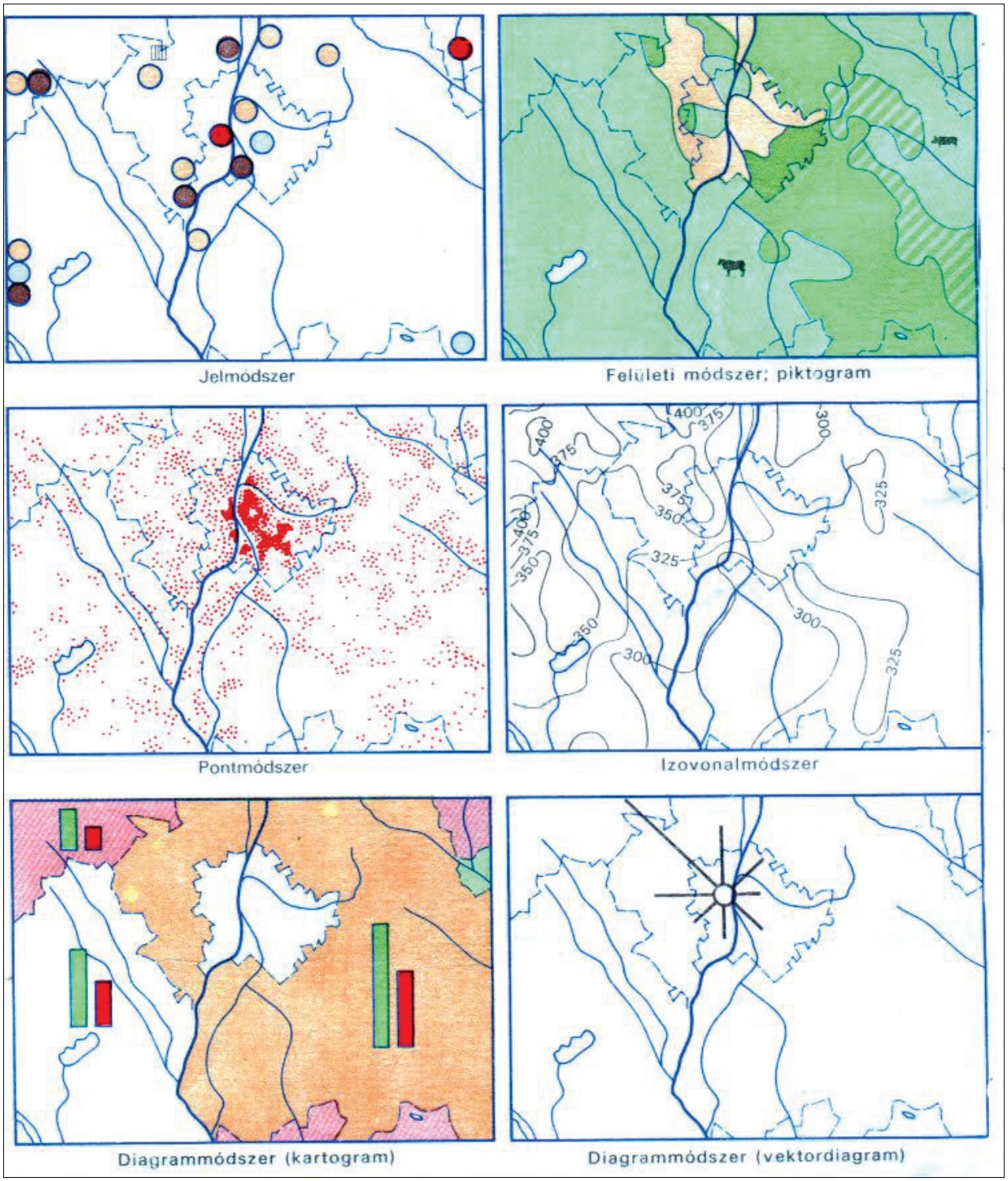
1.4. A tematikus térképek ábrázolási módszerei

A tematikus térkép természeti és társadalmi jelenségeket és folyamatokat, azok minőségi és mennyiségi jellemzőit, szerkezetét, funkcióját mutatja be sajátos ábrázolási módszerek segítségével. A tematikus térképek alapját, hátterét mindig az (rendszerint erősen egyszerűsített) általános térkép adja („háttértérkép").

Tematikus térképi ábrázolási módszerek

Módszer:	***Vonatkozási felület:***	***Tárgy:***	***Ábrázolási mód:***
Jelmódszer	pont, felület	minőség, mennyiség	jelek
Pontmódszer	felület	minőség, mennyiség	pontok, pontszerű elemek
Felületmódszer	felület	minőség	felületi jelek, színek
Kartogram módszer	felület	mennyiség	felületi jelek, színek
Kartodiagram módszer	pont, felület	minőség, mennyiség, idő	diagrammok
Izovonal módszer	felület	minőség, mennyiség	izovonalak
Mozgásvonalak módszer	felület	minőség, mennyiség, irány	irányított vonalak, szélesség, szín

1.4. - 1. ábra: Tematikus térképi ábrázolási módszerek táblázatos csoportosítása

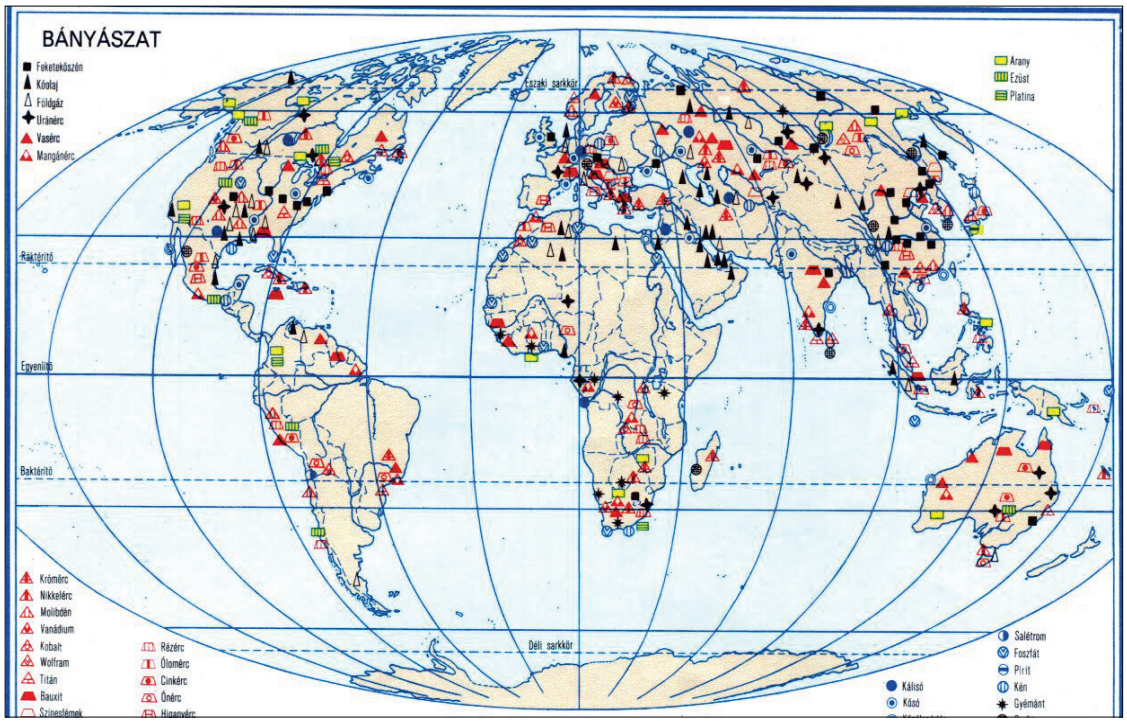


1.4. - 2. ábra: Tematikus térképi ábrázolási módszerek

A kartográfia, mint módszer meghonosodott az egyes tudományágakban és a gazdasági életben. A kutatók és szakemberek egyre nagyobb számban végzik vizsgálataikat térképpel vagy ábrázolják eredményeiket térképen. A térképfelhasználók munkájukban kettős igénnyel jelentkeznek: Az ábrázolás egyszerűségének és teljességének igényével. A tematikus térképen az ábrázolt téma szemléletes bemutatása az elsődleges szerkesztési kívánalom. A viszonylag egységes általános térképekkel szemben a tematikus térképet az ábrázolási lehetősége, sokfélesége jellemzi.

A téma legjelentősebb művelői a tematikus térképi ábrázolás hét alapvető módszerét különböztetik meg (1.4. - 1. ábra).
Az ábrázolás - hasonlóan az általános térképhez - jelek, vonalak, vonalrendszerek és színek segítségével történik, de lényeges eltérésekkel. A módszereket a vonatkozási felület, az ábrázolt témák minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint a szerkesztés módszere alapján különítik el (1.4. - 2. ábra).

1.4.1. A jelmódszer



1.4. - 3. ábra: Jelmódszer

A jellel történő ábrázolás a tematikus térképezés egyik legkorábbi módszere (1.4. - 3. ábra). A jel fogalmán a földfelszín valamely objektumának vagy objektum-csoportjának többé-kevésbé elvonatkoztatott ábrázolását értjük. Ha a térképjel egyetlen minőségi vagy mennyiségi adatot ábrázol és az ábrázolt téma pontosan lokalizálható (a térképnek egy meghatározott pontjára vonatkoztatható), az ábrázolás jelmódszerrel történik. A jelek mutatják az ábrázolt tárgy helyét (forrás) minőségét (kiépített forrás) esetleg mennyiségét is (pl. a forrás vízhozamát).
A tárgyak tényleges térbeli helyzetét a jelek középpontja vagy talppontja mutatja. A különböző jelek világosan megkülönböztethetők és a térképfelhasználónak könnyű őket megjegyezni. Az ábrázolási lehetőségek sokasága a jeleket a térképi ábrázolás legfontosabb eszközévé teszi. Sokak szerint a földfelszínt ábrázoló térképeken a jelrendszer olyan, mint egy képszerű gyorsírás, amely közvetlenül hat az ember képzeletére. Ennek ellenére a jelek jelentését a jelkulcsban meg kell adni az egyértelműség miatt.

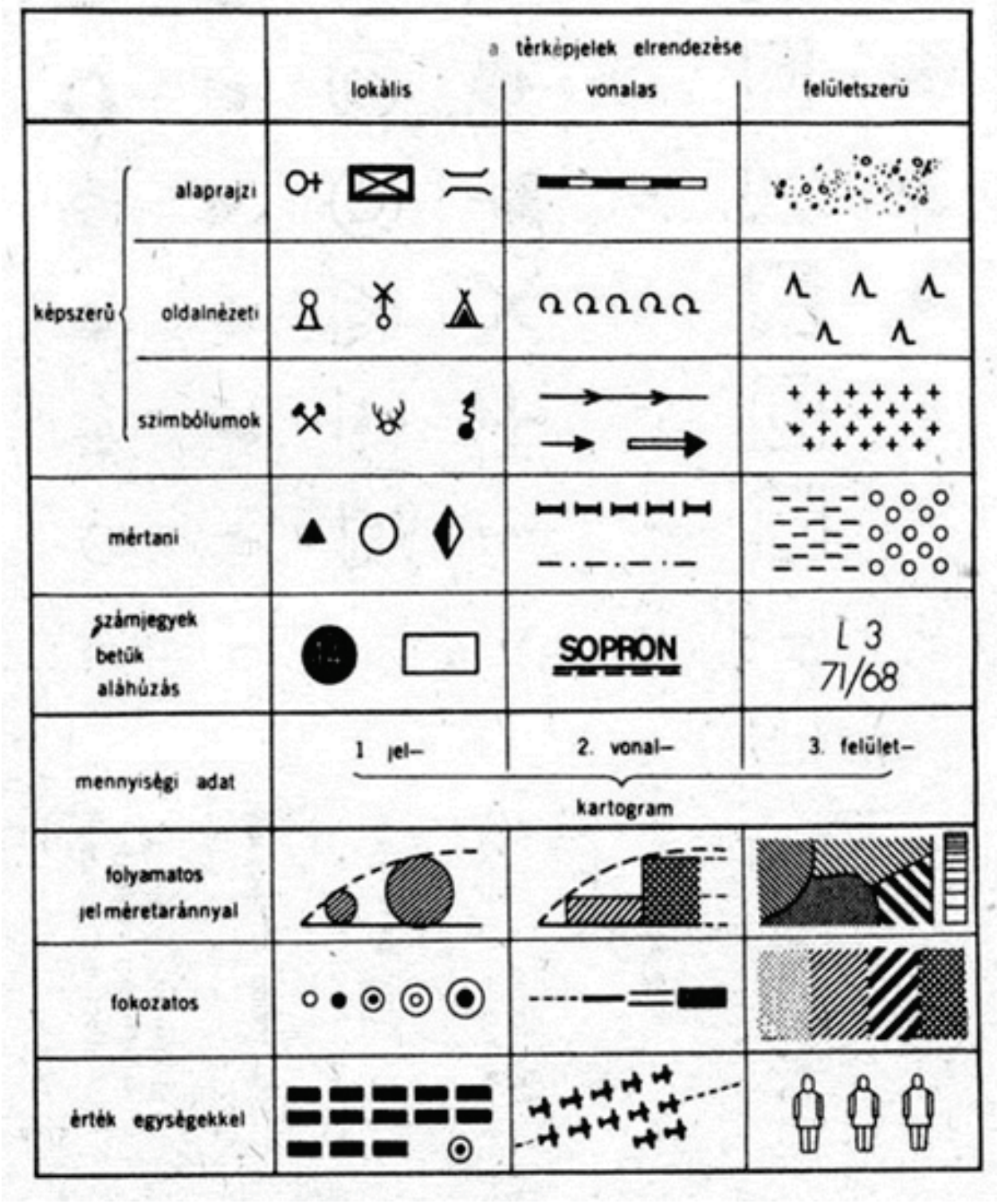
A jelek tipikus ismertetőjegyei:

1., a helyzeti hűség,

2., eltérés az alaprajztól,

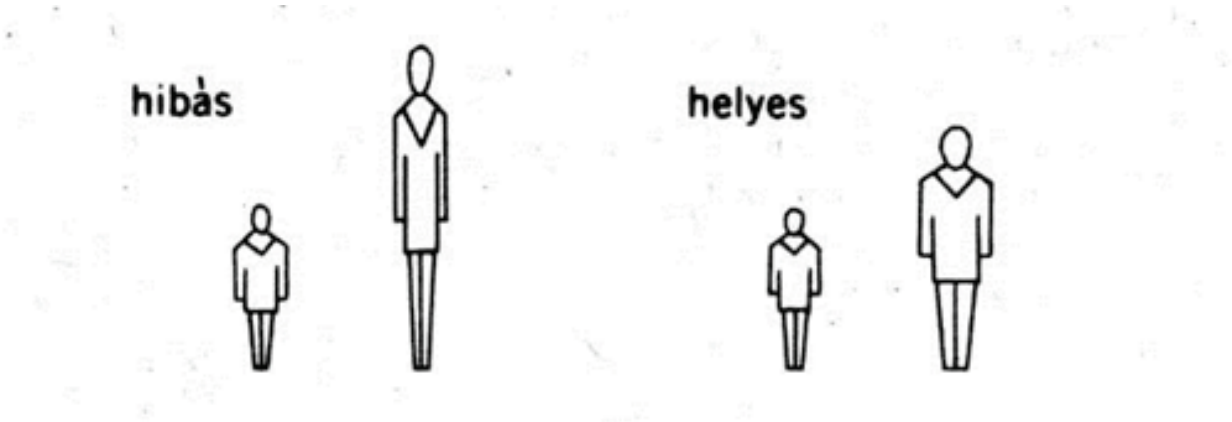
3., az a tény, hogy az ábrázolt objektum a méretaránynak megfelelő területnél mindig nagyobb.

A különböző jelzésű objektumok helyzetileg elkülönülnek egymástól, és jól elválaszthatók. A módszer utal az ábrázolt tárgyak mennyiségi és minőségi viszonyaira is (1.4. - 4. ábra).

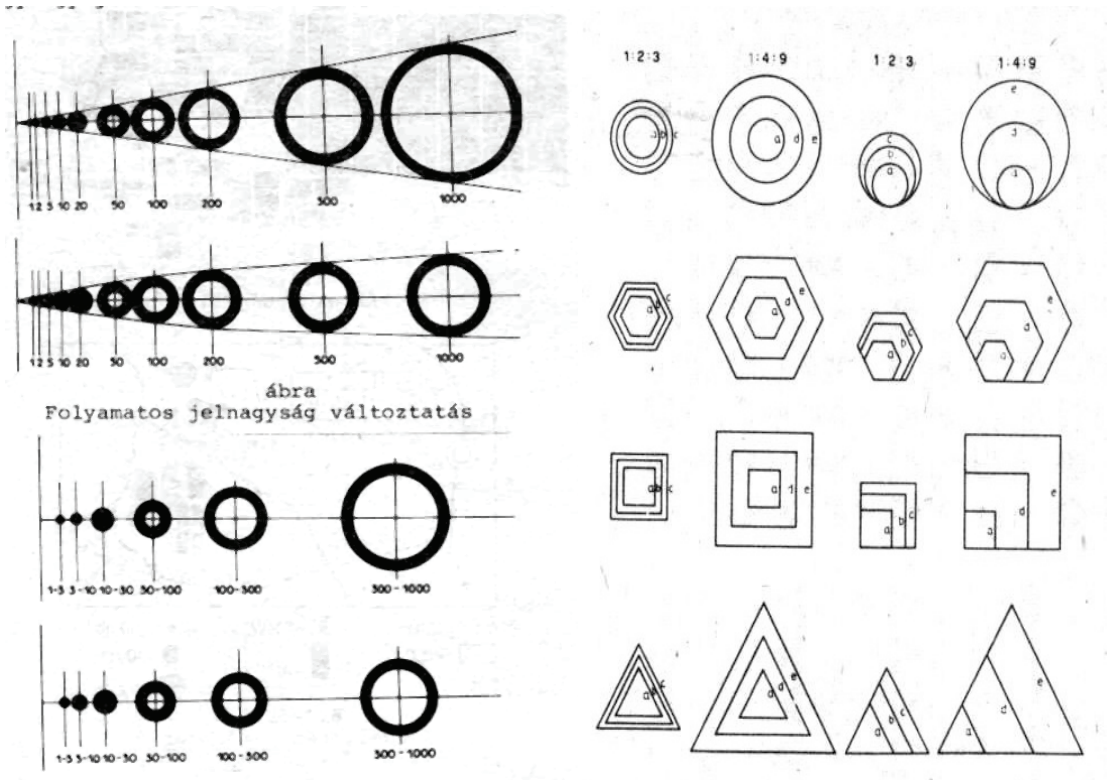


1.4. - 4. ábra: A jelek csoportosítása

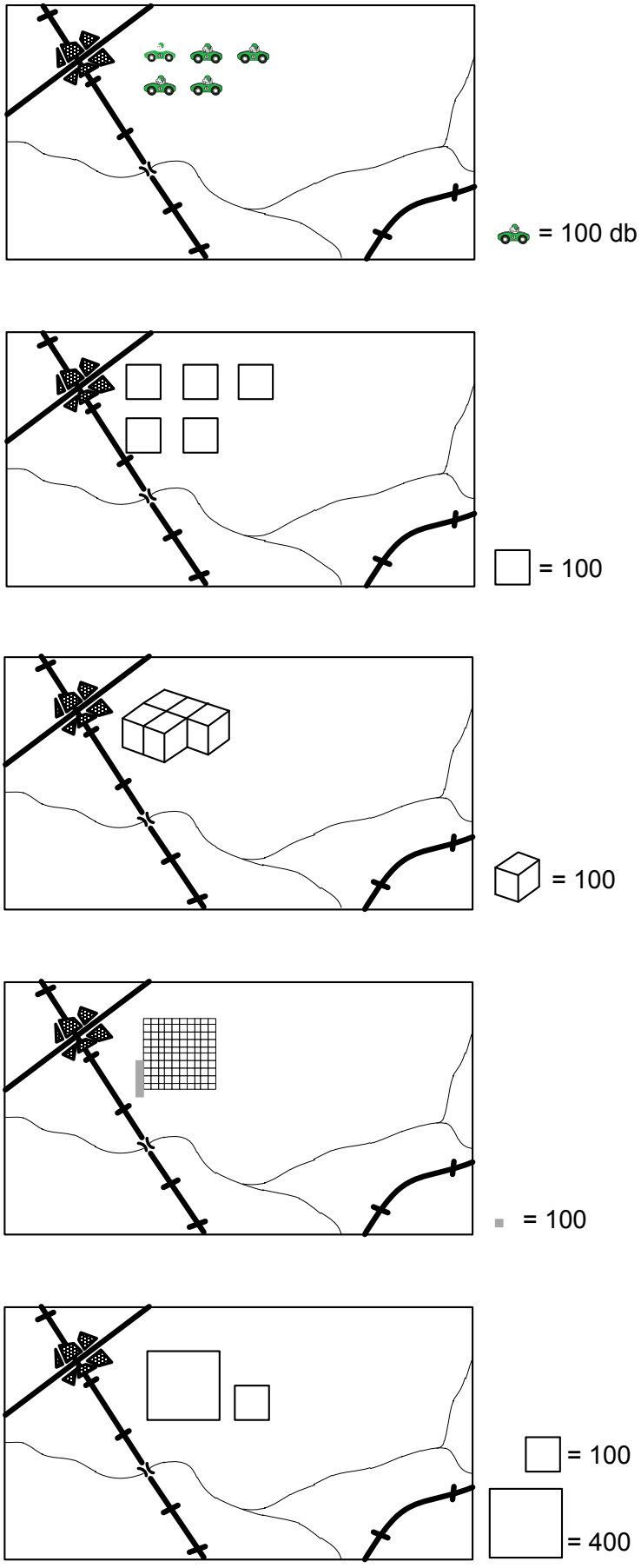
Ha a jelnagyságot az adatok minőségi eltérése alapján határozzuk meg, akkor az ábrázolás relatív .
Ha a jel felülete (területe) arányos az ábrázolt mennyiséggel, akkor az ábrázolás abszolút, folyamatos (1.4. - 5. ábra). A jelnagyság folyamatos változásával, főleg mértani jelek alkalmazásakor pontosan mérhető mennyiségi különbségek fejezhetők ki.
A képszerű jelek adatai folyamatos ábrázoláskor nehezebben mérhető. Ha a mennyiségi jellemzőket értékcsoportokba soroljuk fokozatos ábrázolást alkalmazunk. Ilyenkor a jel nagysága értékcsoportok szerint változik (1.4. - 6. ábra).



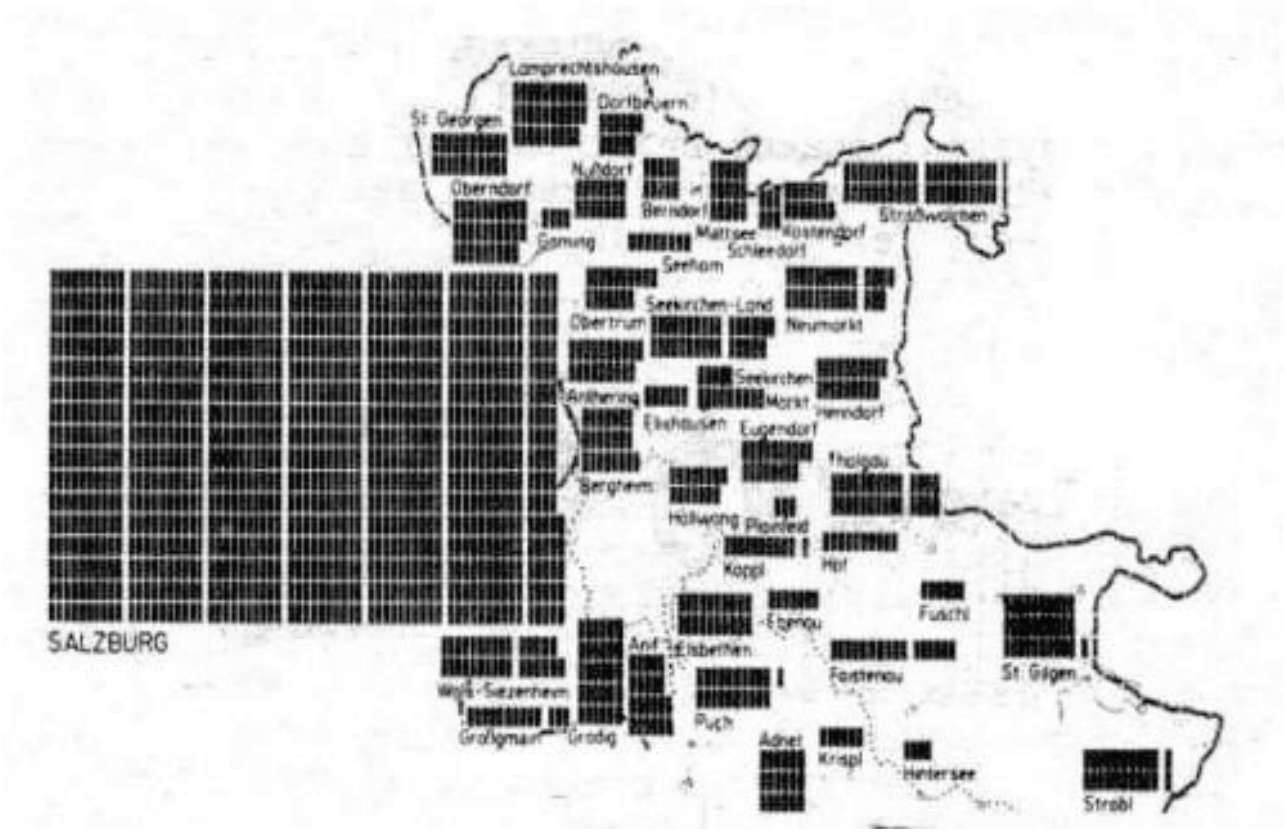
1.4. - 5. ábra: Értéknagyság arányos jelek ábrázolása



1.4. - 6. ábra: Folyamatos és fokozatos jelnagyság változtatás



1.4. - 7. ábra: Értékegység jel



1.4. - 8. ábra: Értékegység jelek, váltópénz módszer

Ha a mennyiségi adatot azonos nagyságú mértanilag szigorúan elrendezett jelek összegzése szolgáltatja, értékegység jelekről beszélünk (1.4. - 7. ábra). Az értékegység jelek úgy is ábrázolhatók, hogy a nagyobb mennyiségeket több értékegységet tartalmazó jelek mutatják. Ezt az eljárást „váltópénz" módszernek nevezzük (1.4. - 8. ábra). A nagyobb értékegységek általában a kisebbek páros számú többszörösei. A mennyiségi adatok bemutatásakor a tematikus térképek mindig feltüntetik a jelméretarányt; azt a mennyiséget, amelyre egy-egy jel vonatkozik.

Forma szerint a jel lehet:

pontjel: kicsiny, közel pontszerű objektumok ábrázolására (1.4. - 10. ábra),

vonaljel: a nagyobb tárgyak felületi kiterjedésének vagy tömegadatoknak jelölésére (1.4. - 12. ábra)

felületi jel : két dimenziójú sík szerű objektumok ábrázolására (1.4. - 11. ábra),

térhatású jel: (lényegében hasonló a felületi jelhez) a testek axonometriai képével utal az ábrázolt adatok mennyiségére.

Színek szerinti megkülönböztetés

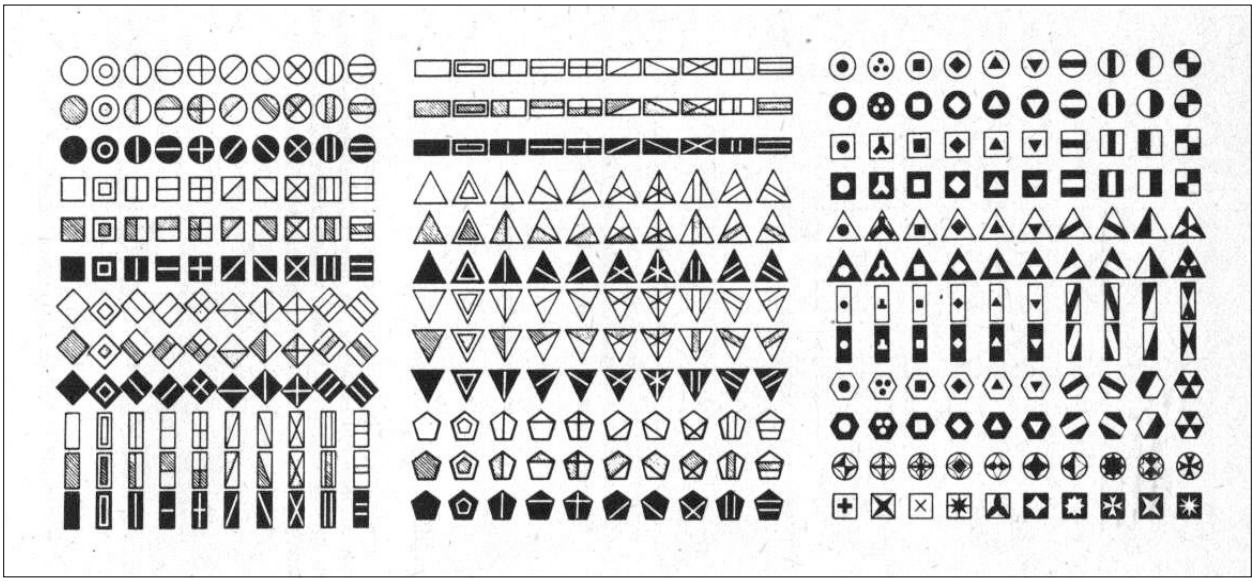
A színes jelek előnye a szemléletesség és a jó megkülönböztethetőség. A jelek színválasztásában két általános elvet veszünk figyelembe: a színek intenzitását és a színek érzékelhetőségét. Ha meghatározott térképi elemeket színekkel kiemelünk, akkor ehhez intenzíven ható színt választunk (pl. fekete, vörös, sötétbarna), a kevésbé jelentős tartalmat pedig a háttérben tartunk (középszürke, sárga, világosbarna).

A jelek jellege szerinti megkülönböztetése

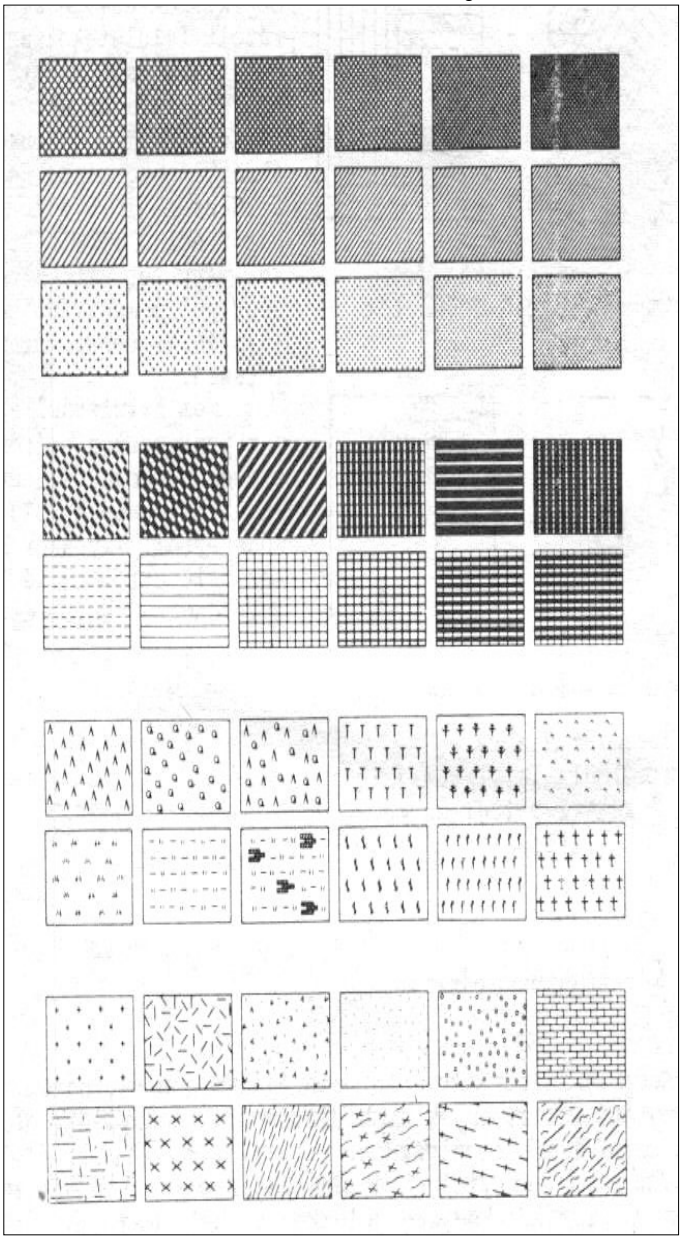
A jelek megjelenési formájuk, külalakjuk szerint a következőképpen csoportosíthatók:

- geometriai alakzatok,
- betűk és számok,
- szimbolikus jelzések,
- naturalisztikus vagy művészi képek, piktogramok (1.4. - 9. ábra).

1.4. - 9. ábra: Piktogramok



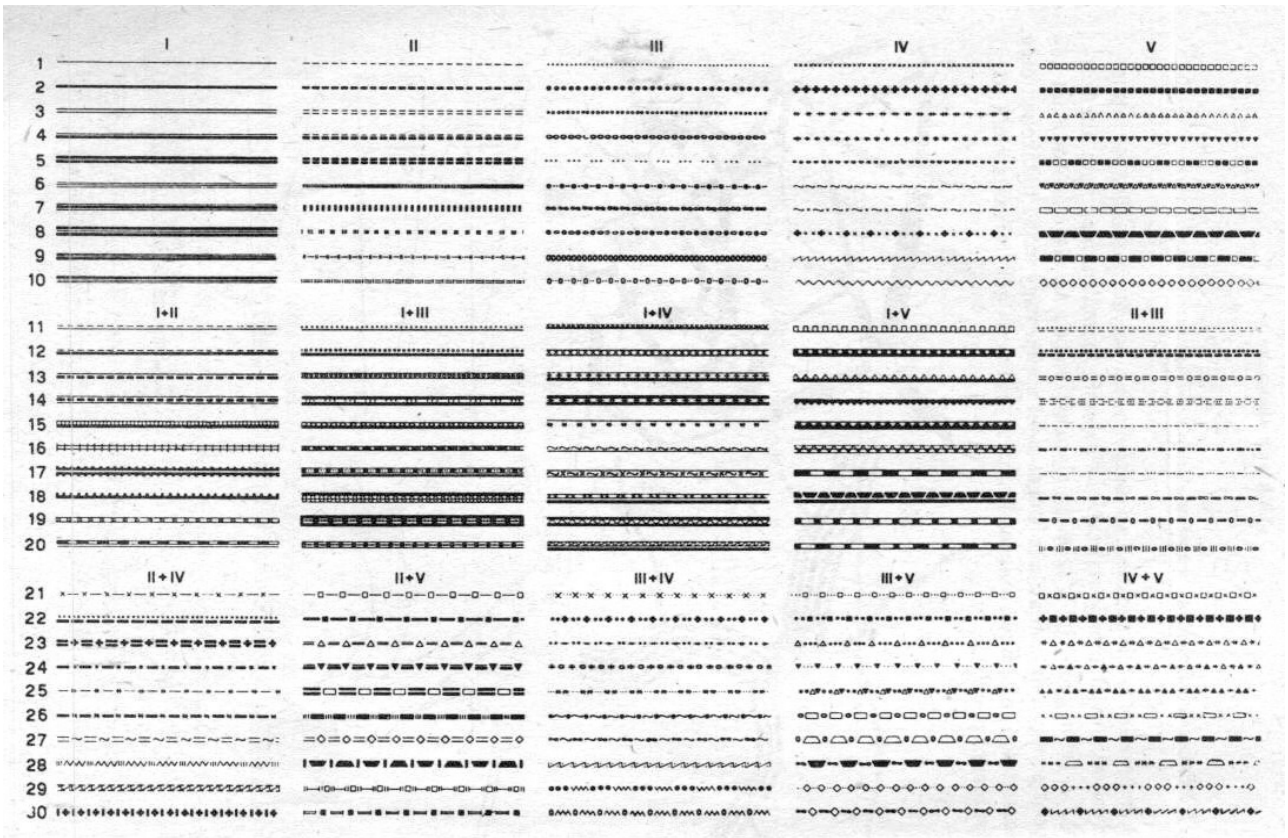
1.4. - 10. ábra: Pont jelek



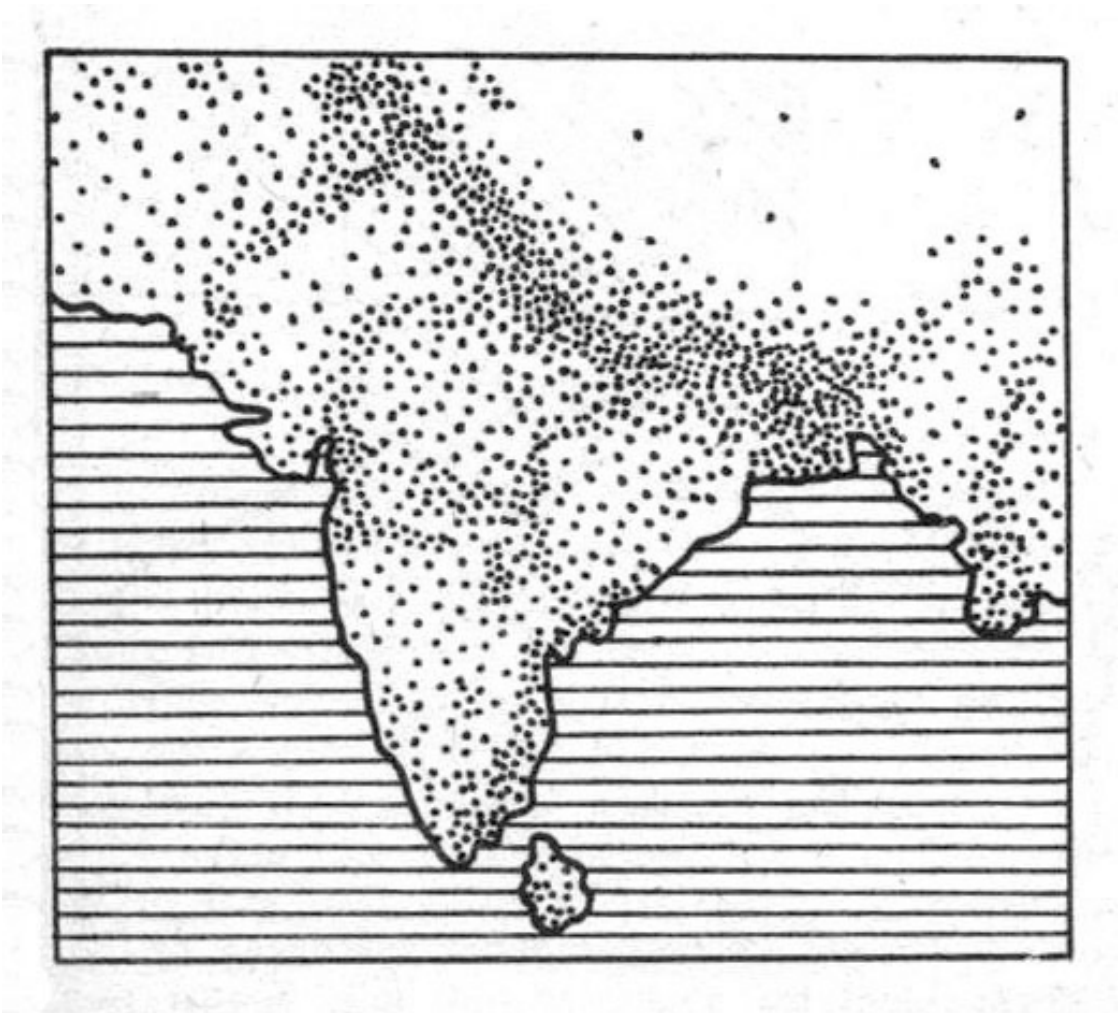
1.4. - 11. ábra: Felületi jelek

1.4.2. A pontmódszer

A pontmódszer a földrajzi eloszlás, elterjedés és szóródás kartográfiai ábrázolására szolgál. A pontmódszerrel való szemléltetés gyakori a közepes és kisméretarányú térképeken. Az ábrázolás célja, hogy a térképfelhasználó „első pillanatra” felmérje az objektumok különböző földfelszíni koncentrációját, (nem egyetlen pontra vonatkoztatott mennyiségi információt ad). A módszer elnevezése mutatja, hogy a grafikus kifejezésre a pontot (kis körterület) alkalmazzák a leggyakrabban, de a négyzetek, téglalapok vagy háromszögek nem szokatlanok. Minden pont egy meghatározott értékmennyiséget képvisel, ez a pont indexe vagy mutatószáma (1.4. - 13. ábra). A pont a térképen a körülbelüli földrajzi előfordulás helyére kerül.



1.4. - 12. ábra: Vonalas jelek



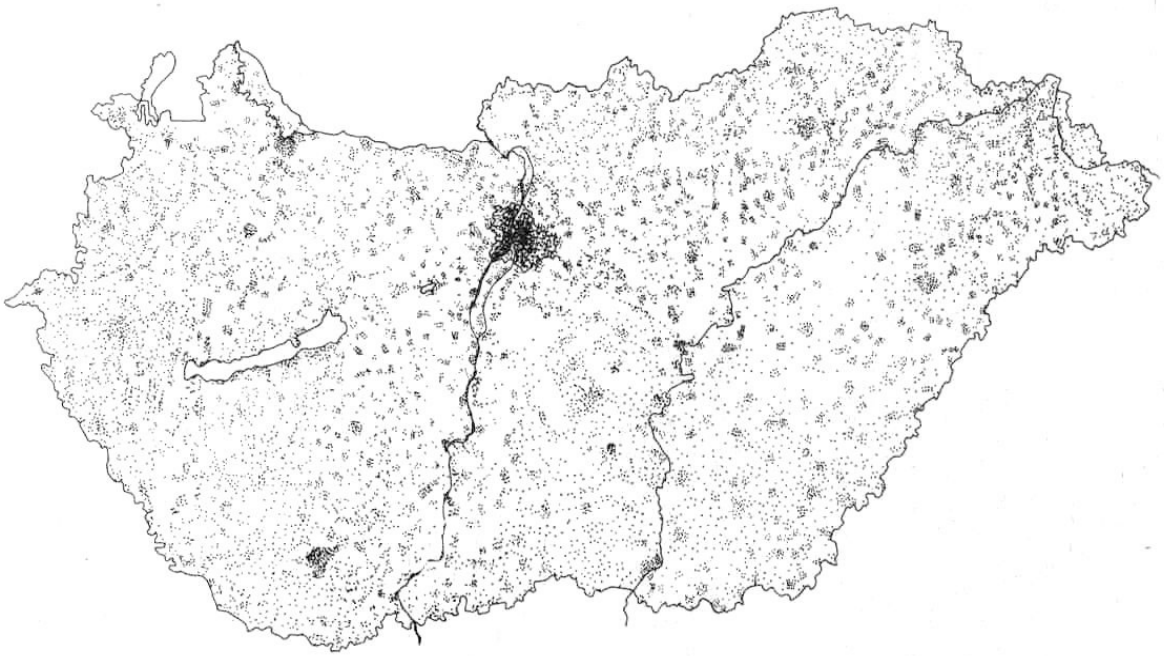
1.4. - 13. ábra: India népsűrűsége pontmódszerrel ábrázolva (1 pont =200 000 lakos)

A módszer eredménye a ponttérkép vagy pontszórásos térkép (1.4. - 14. ábra). A kartográfiai közlés pontossága és részletessége a térkép méretarányától és az objektumok gyakoriságától függ.

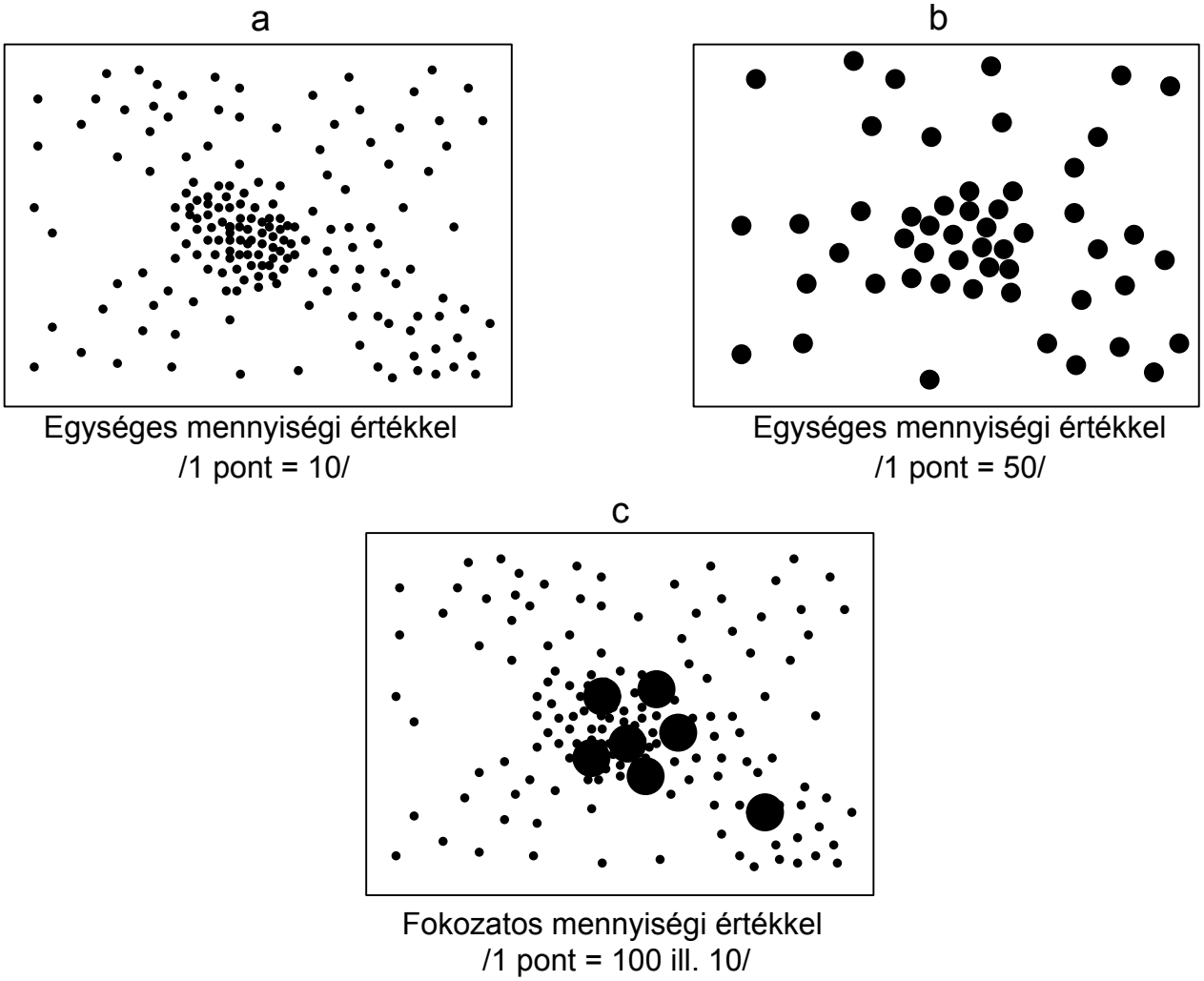
A ponttérkép nem elsősorban értékviszonyokat ábrázol, ez a kartogram feladata. A ponttérkép jelentősége az objektumok földrajzi eloszlásának vizuális megértésében, felfogásában rejlik. Eredményei a földrajzi eloszlás-, elterjedés-, területi szóródás térképek.

Nagyon sűrű koncentrációk előfordulásakor fokozatos jelméretarányt alkalmaznak (1.4. - 15. ábra).

A pontok megszámlálásával az összmennyiség elvileg megállapítható, ha az ábrázolás abszolút jellegű és ha a pontok nem fedik egymást.



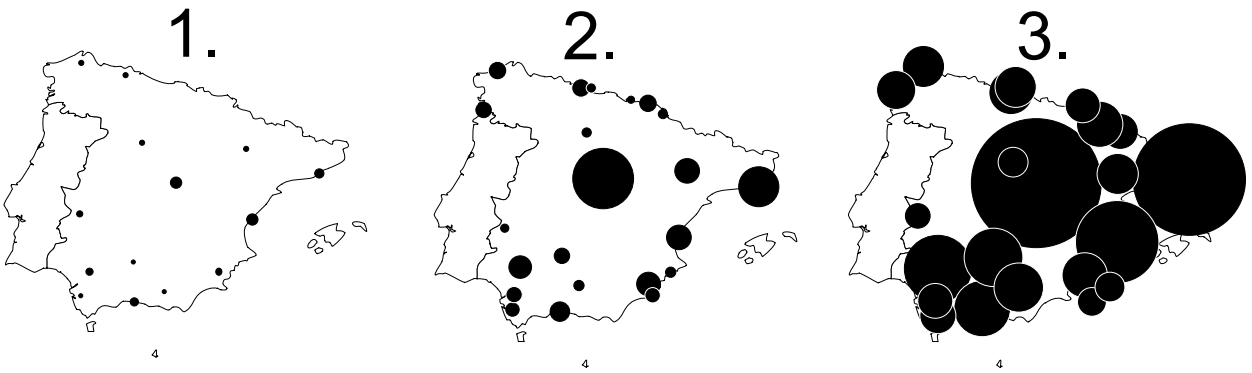
1.4. - 14. ábra: Pontmódszer



1.4. - 15. ábra: Pontmódszerek az objektumszórás ábrázolására

A pontnagyság és az index értékének meghatározása

A pontnagyság (körterület) a rendelkezésre álló térképi felülettől (ilyen szempontból a méretaránytól) és az ábrázolandó értékmennyiségek jellegétől függ. A differenciált szóródás bemutatása esetén a még jól látható pontnagyságra kell törekedni. Fontos szabály, hogy a legnagyobb objektum-koncentráció szemléltetése esetén sem szabad a pontoknak egymást fedniük mert így a tényleges viszonyok eltorzulnak.
Következésképpen a pontnagyság és a pontnagyság és a pontindex kiválasztásakor a legerősebb koncentrációjú területből indulunk ki (1.4. - 16. ábra). Például a népesség ábrázolásánál a legsűrűbben lakott városból. A pontok indexértékei kerek egész számok. Ezeket úgy kapjuk, hogy az objektum mennyiségi értéke és a koncentráció területén grafikusan ábrázolható pontok számának hányadosát kerekítjük.



1.4. - 16. ábra: A jelnagyság megválasztásának hatása a térképi képre

A kartográfiai kivitelezés

a., Egyszínű, egyenlő nagyságú (azonos értékű) pontok

Az ábrázolásnak ez a fajtája - a pontnagyság és a pontérték megfelelő kiválasztása esetén - szemléletes, és visszaadja az objektumok tényleges szóródását. Alkalmazásával a különböző sűrűségű viszonyok átmenete szemléltethető.

b., Egyszínű, különböző nagyságú (különböző értékű) pontok

A sűrűségeltérés szélsőséges eseteiben egyenlő nagyságú pontok segítségével nem lehetséges az ábrázolás (16. ábra). Ha például a népességeloszlást olyan területen kell ábrázolni, ahol a városok környezetében kis községek találhatók, akkor különböző indexértékű pontok alkalmazására kényszerülünk. Ebben az esetben elkerülhetetlen vizuális torzulással kell számolni.

c., Többszínű, egyenlő nagyságú (egyenlő értékű) pontok

A különböző színű, egyenlő nagyságú pontokat különféle objektumok térképi eloszlására használjuk fel. Az ábrázolás feltétele az objektumcsoportok jól elkülönülő földrajzi és súlyponti eloszlása. A feltételt az indokolja, hogy ha az ábrázolandó jelenségek vagy objektumok egyező

földrajzi szóródást illetőleg eloszlást mutatnak, akkor kartográfiailag áttekinthetetlen tarka képet kapunk. A pontok elkülönítésére intenzív színeket választunk.

1.4.3. A felületi módszer

A felületi módszer a kétdimenziójú, síkszerű objektumok és a felületi kiterjedésű jelenségek ábrázolására, egymástól való elkülönítésére nyújt egyszerű és szemléletes lehetőséget. (Ellentétben a jelmódszerrel, amely pontszerű objektumokat ábrázol.) A felületi módszer mindig minőséget ábrázol felületre vonatkoztatva (17-18. ábra)

A különböző minőségű felületek (térképi területek) elkülönítése pontosan és vázlatosan történhet.

Pontos terület-visszaadás

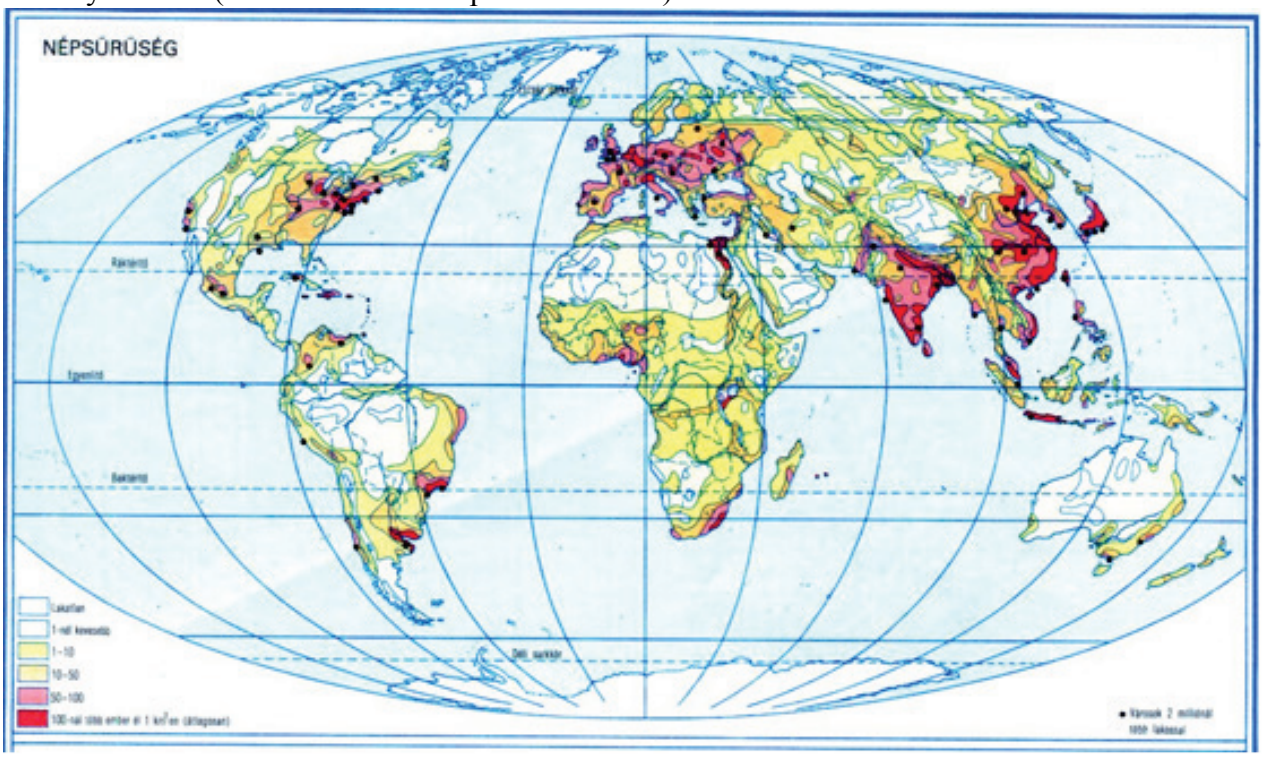
a., abszolút ábrázolással

Ha egy terület valamilyen konkrét jelenséggel vagy valamiféle határozott állandóval a szomszédos területektől elhatárolható, akkor abszolút földrajzi ábrázolás lehetséges.

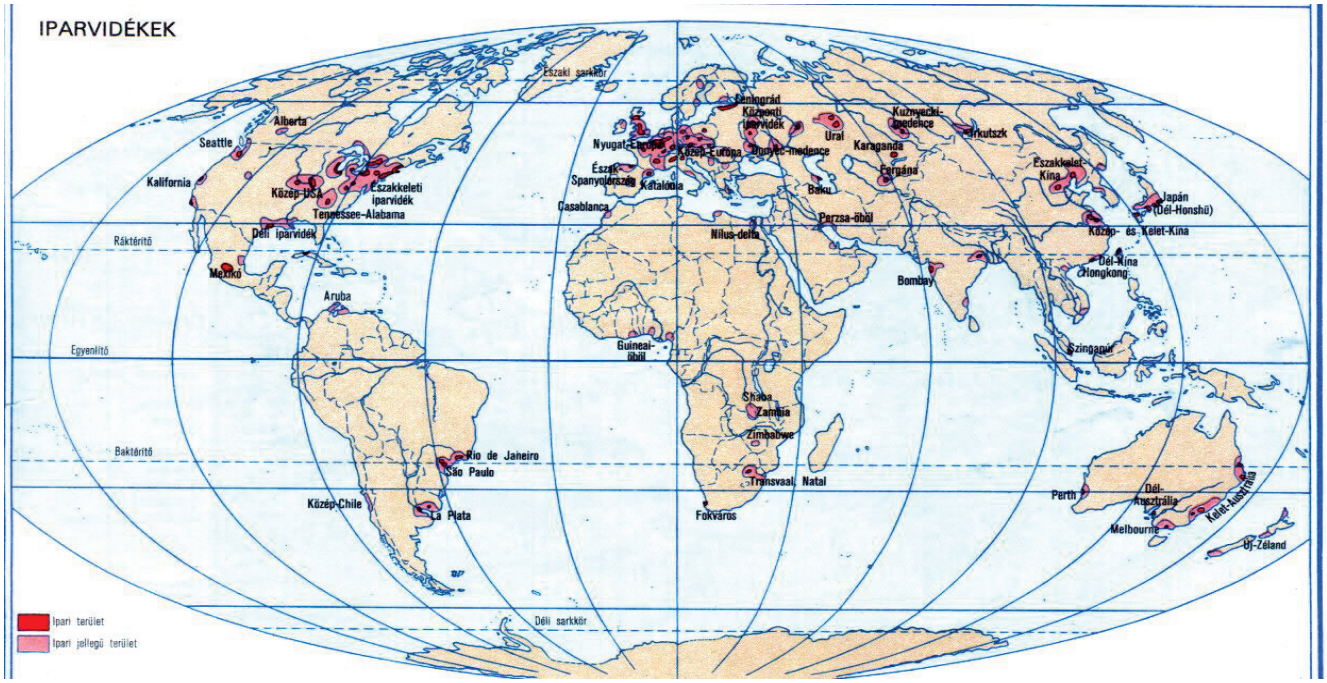
(A kartografálás pontossága csak a méretaránytól és az ehhez kapcsolódó generalizálás mértékétől függ.) Imhof ezzel kapcsolatban említi a „mozaiktérkép”-et.

b., relatív ábrázolással

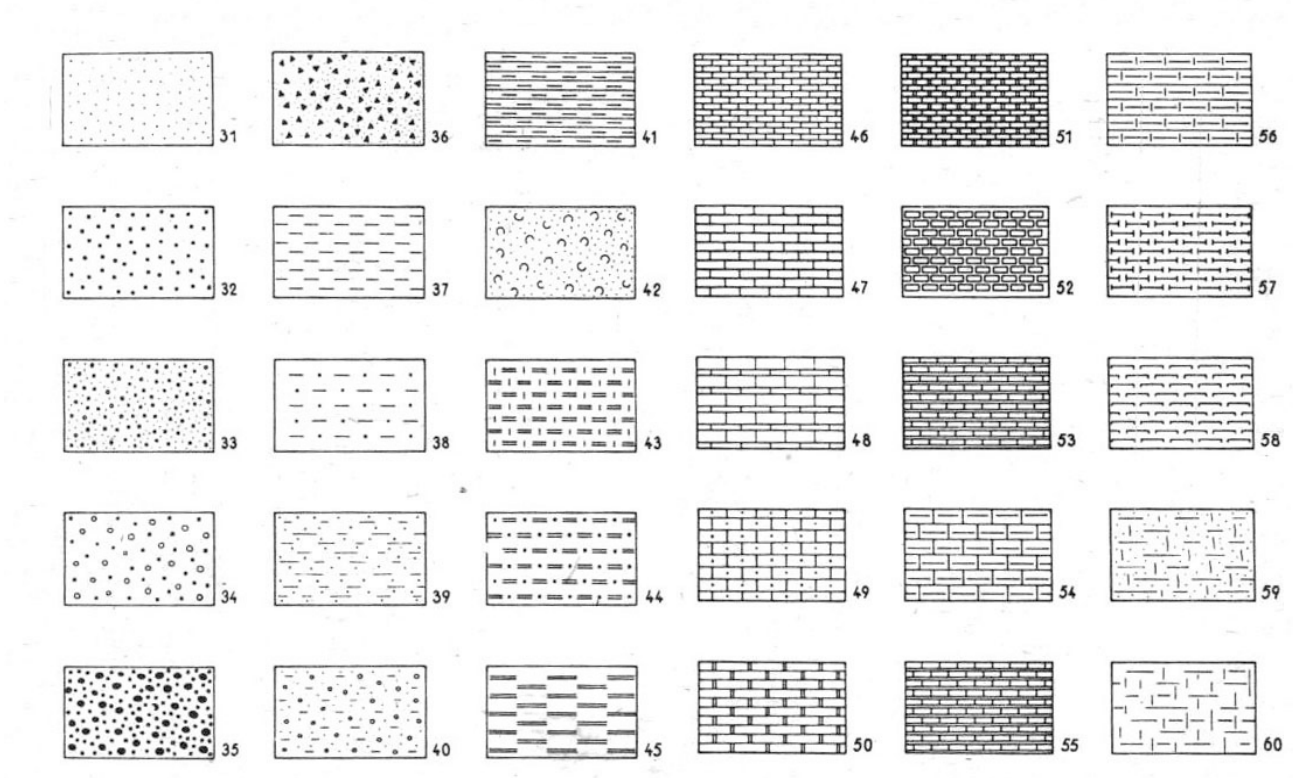
Ezt akkor alkalmazzák, ha egy objektum vagy egy jelenség az adott területen belül megkülönböztethető koncentrációban lép fel. Ebben az esetben a részterületek egymáshoz való viszonya relatív (Pl. kontinensek csapadékeloszlása).



1.4. - 17. ábra: Népsűrűség ábrázolása felületi módszerrel



1.4. - 18. ábra: Iparvidékek megkülönböztetése felületi módszerrel

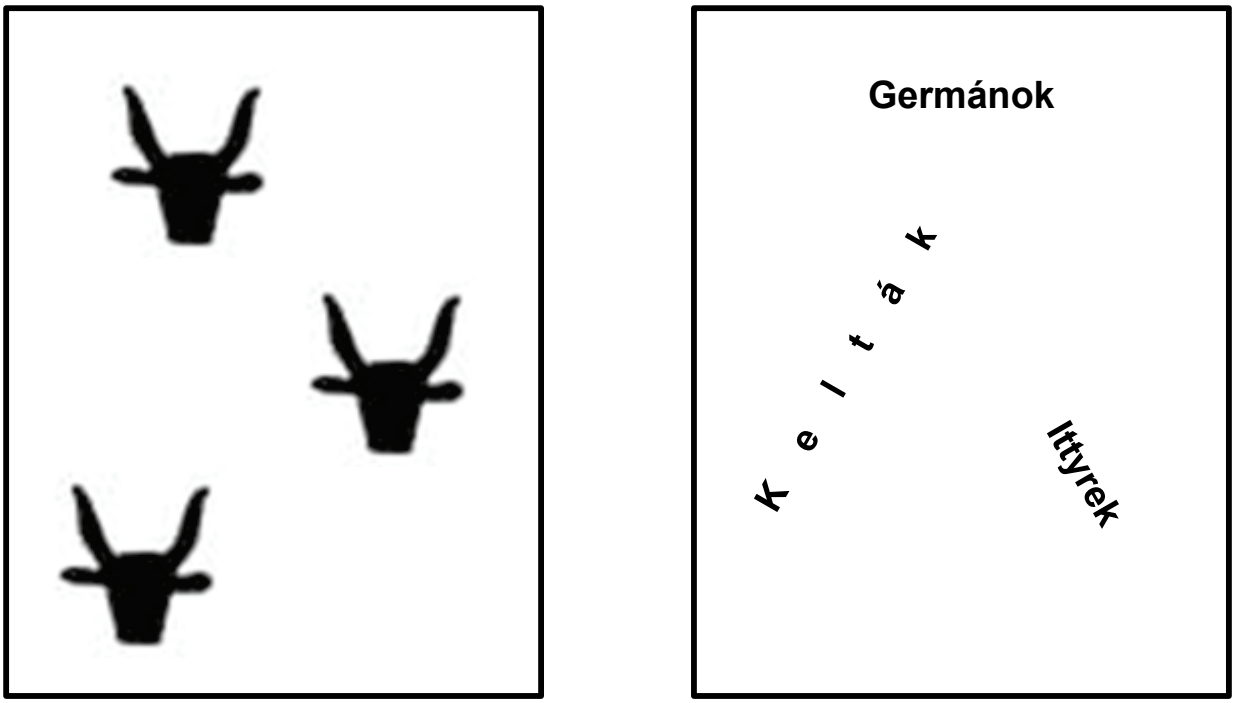


1.4. - 19. ábra: Felületi jelekkel való ábrázolási mód

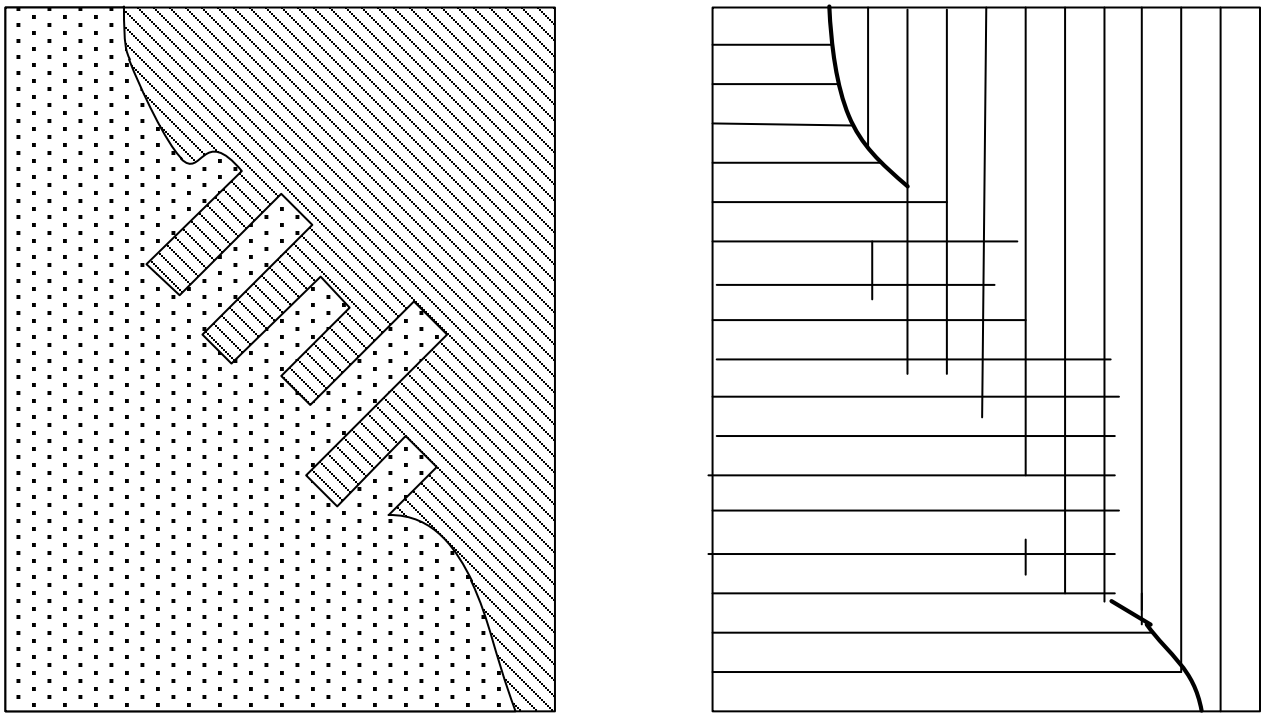
Vázlatos területábrázolás

Ha a síkszerű, kétdimenziós objektumok és jelenségek nem rendelkeznek a pontos körülhatárolhatóság kritériumával, hanem egymásba illetve egymásra átfolynak, akkor vázlatos területábrázolás lehetséges. A kartográfiai ábrázolás ilyenkor nehéz és gyakran nem is kielégítő módon történik. (Vázlatos területek például a mocsárvidékek vagy a halfogó területek.) (A pontos területábrázolással ellentétben a vázlatos területábrázoláskor nem alkalmazható a vonallal való körülhatárolás.)

A különböző jellegű területek kartográfiai szemléltetésére általában a következő területábrázolások használatosak:
1., körülhatárolás vonallal (kontúrvonal);
2., körülhatárolás vonalkázással vagy felületszínezéssel;
3., körülhatárolás írással vagy számozással kombinálva (1.4. - 20. ábra);
4., körülhatárolás sematikus jelábrázolással kombinálva;
5., vonalkázás (1.4. - 19. ábra);
6., egymásba futó sávok (fogas csatlakozás) (1.4. - 21. ábra);
7., megírás a tárgy vagy jelenség körülbelüli földrajzi elhelyezkedésében;
8., sematikus jel (1.4. - 20. ábra);
9., szimbolikus jel.



1.4. - 20. ábra: Határ nélküli felületek elkülönítése sematikus jelábrázolással és írással



1.4. - 21. ábra: Körülhatárolás egymásba futó sávokkal vagy fogas csatlakozással, vonalkázással

A felületek generalizálása többféle módon történhet, milyenségét a térkép célja szabja meg:

- területarányos generalizálás (akkor, ha a terület a tematika szempontjából igen fontos),
- szelektív módszer (egy bizonyos felületnél csak nagyobbat ábrázolunk, a többit beolvasztjuk),
- individuális módszer (típuscsoportokat ábrázolunk),
- célhangsúlyozás, egyoldalú kiemelés (ilyenkor csak a legjellemzőbb nagyfelületeket ábrázoljuk).

1.4.4. A kartogram módszer

A kartogramot a térképen szintén nem pontra, hanem felületre vonatkozó objektumok értékviszonyainak ábrázolására alkalmazzuk. A térkép meghatározott területére vonatkozó mennyiségi értékek szemléltethetők vele, Imhof ezért nevezi ezeket „relatív sűrűség-térképek”-nek (1.4. - 22. ábra).

A felületi kartogram hasonlóságot mutat más módszerekkel (például a felületi módszerrel vagy még inkább, a pontmódszerrel), amelyből gyakorta félreértések adódnak. A módszerek megkülönböztetését az alapjaiban különböző információk adják. A térképhasználó a ponttérkép alapján is kiszámíthatja a pontsűrűséget, de ezt a relatív sűrűségre vonatkozó adatot a felületi kartogram közvetlenül adja (1.4. - 23. ábra).

Korábban ötféleképpen készítettek kartogramot:

- hagyományos rajzi úton: a területkitöltés idő- és munkaigényes;
- letraszet eljárással: az öntapadós, előregyártott elemű matricákkal rövidül a munka, de ellene szól, hogy a viszonylag magas anyagköltség és hogy a grafikai képminőség gyenge;
- fotómaszk eljárással: a kivitelezés technikai alapja, hogy a negatív területi maszkok és a negatív pontrácsok összefényképezésével pozitív kartogramot kapunk;
- kartophot módszerrel: több m^2 nagyságú fémlapra elkészítették az ország részletes közigazgatási térképét, mozaik lapok formájában előállították minden közigazgatási egység valamennyi vonalkázási fajtájával fedett elemét, amely mágnessel rögzíthetők az alaptérképre. Így gyorsan összeállítható tetszés szerinti tartalmú és részletességű kartogram, amit fényképezéssel lehet kicsinyíteni és sokszorosításra alkalmassá tenni. Hátránya a jelentős egyszeri beruházás és hogy nagy helyet foglal.
- automatizált, számítógépes eljárással: erre többféle grafikus program ad lehetőséget, a legegyszerűbben a Földrajzi Információs Rendszerek (Geograpfical Information Systems) (FIR vagy GIS) segítségével lehet egyszerűen megoldani. Napjaink eljárása.

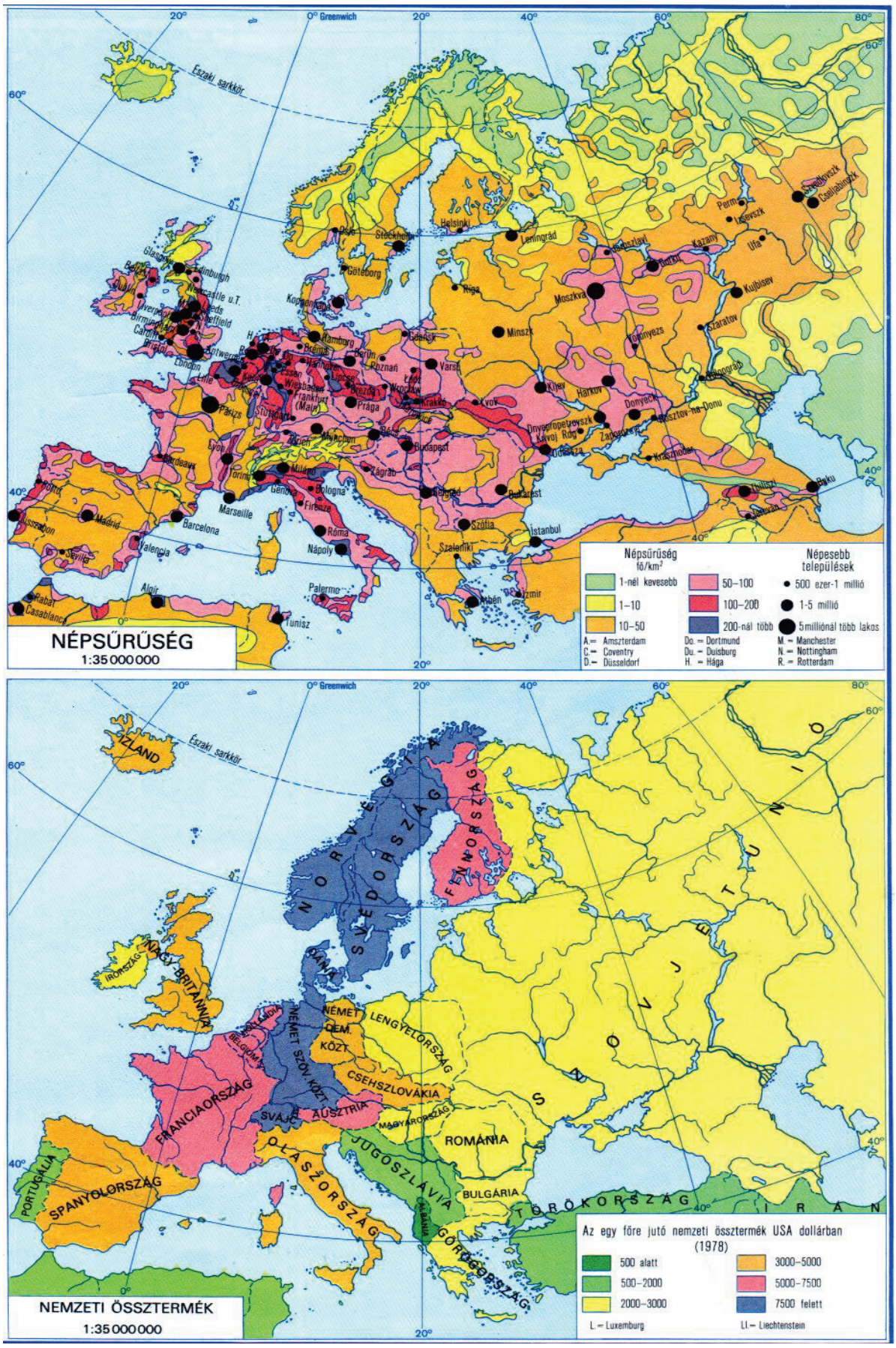
Az azonos sűrűségértéket mutató terület határoló vonalának meghatározása

A kartográfiai közlés értéke, illetve a módszer pontossága arányosan növekszik annak a területnek térképi felületével, amelyre a statisztikai megállapítás vonatkozik. A statisztikai értéket csaknem mindig a közigazgatási tagoltság alapján ábrázoljuk (község, járás, megye). Ez a beosztás egyezik a természeti tájjal. A természeti sűrűségviszonyok ábrázolása is igényli az olyan statisztikai felvételt amely a természeti tájbeosztásra vonatkozik. A határolóvonalak (álizovonalak, pszeudoizovonalak) megváltoztatása a térképszerkesztőnek komoly feladatot jelent és jó országismeretet igényel. Imhof a ponttérképet ajánlja, mint alkalmazható szükségmegoldást a felületi kartogram tervezési alapjául. A ponttérképen az egyenlő pontsűrűségű területek jól elkülönülnek és pontosan körülhatárolhatók. A relatív értékeket megkaphatjuk és grafikusan ábrázolhatjuk a pontok megszámlálásával és vonatkozási területük meghatározásával. A kartogram tervezésekor csak akkor használhatjuk a közigazgatási területfelosztást, ha az ábrázolandó objektumok szóródása a területen megközelítően homogén. Általában kimondhatjuk, hogy az ábrázolás jellegéből következően a felületi kartogram szerkesztéséhez a közigazgatási területbeosztás alkalmazása kívánatos, de bizonyos sűrűségviszonyok (például az évi napfénybesugárzás összege) kizárólag természetföldrajzi területbeosztás segítségével ábrázolhatók.

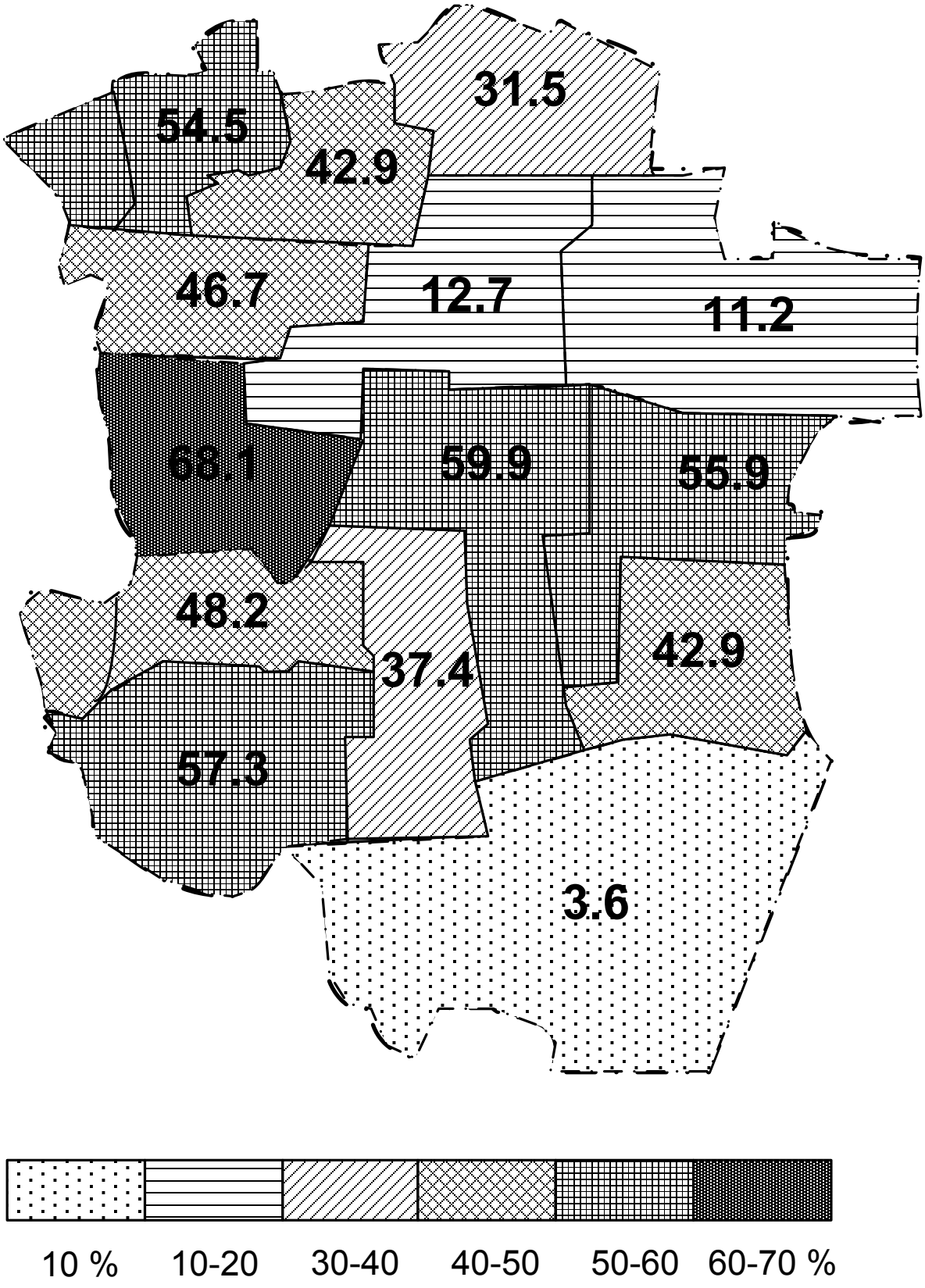
Értéklépcsők (értékfokozatok)

A határoló vonalak megválasztásához hasonlóan a sűrűségértékek kiválasztása jelentősen befolyásolja az ábrázolás jellegének realitását vagy torzítását.

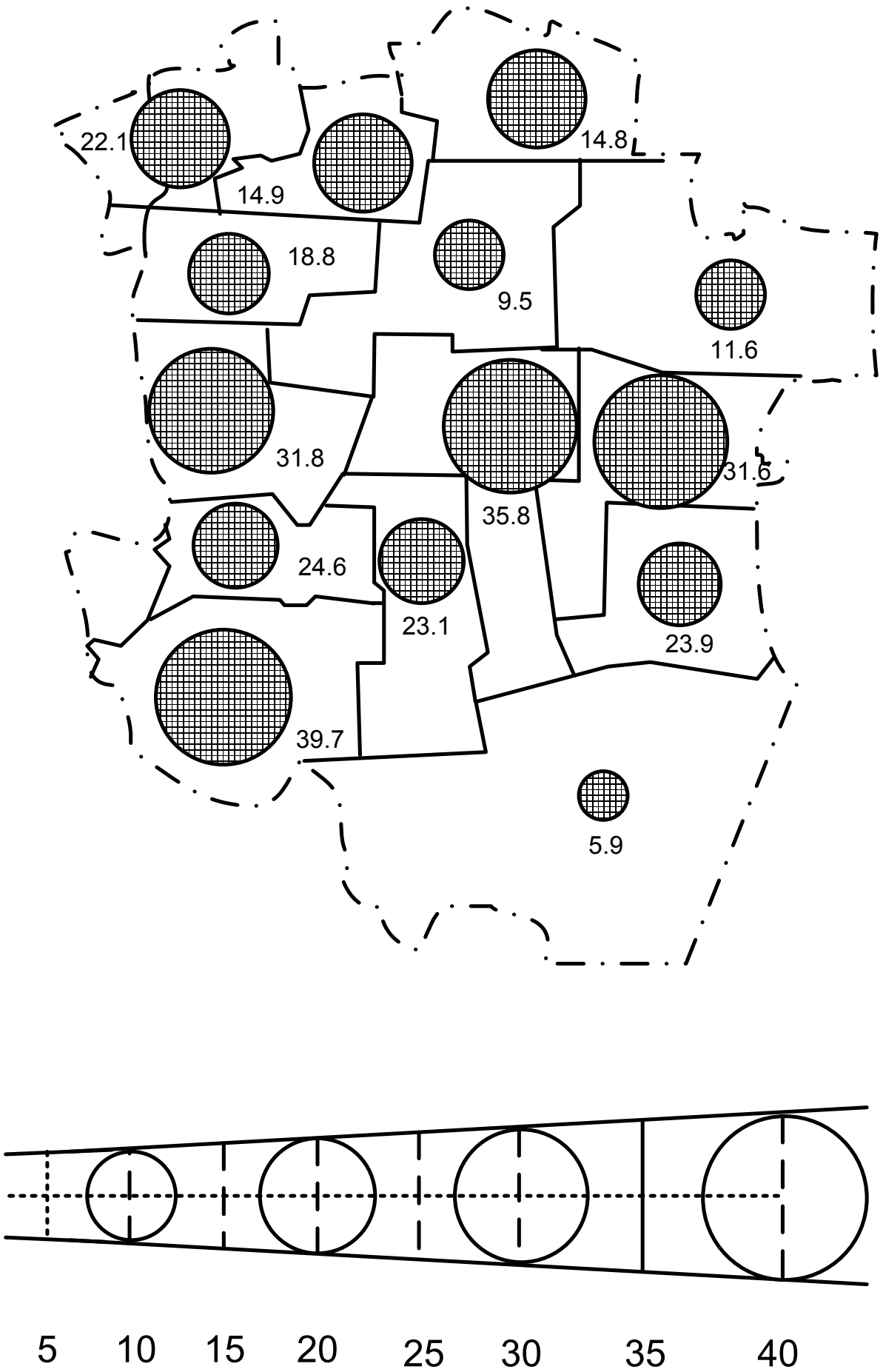
A módszerben két fokozati típus lehetséges: egyenközű lépcsők és progresszív lépcsők. Az egyenközű fokozat a folyamatos (kontinuus) sűrűségalakulásnál jön szóba, a progresszív fokozatosságot pedig a szélsőséges sűrűségeloszlásnál használjuk. A gyakorlat azt mutatja, hogy a tíz fokozatot nem szabad túllépni, a térképhasználó ennél több fokozatot nagyon nehezen tud megkülönböztetni.



1.4. - 22. ábra: Kartogramok



1.4. - 23. ábra. Jelkartogram



1.4. - 24. ábra: Jelkartogram

Az ábrázolás

Az értékek növekedésével analóg módon a felületi denzitás, színhatás is növekszik. A felületi hatás növelésére a következő lehetőségek adódnak:

a., szürke árnyalat vagy színfokozatosság;

b., vonalkázási fokozatosság;

c., a felületre vonatkozó jelek fokozatossága.

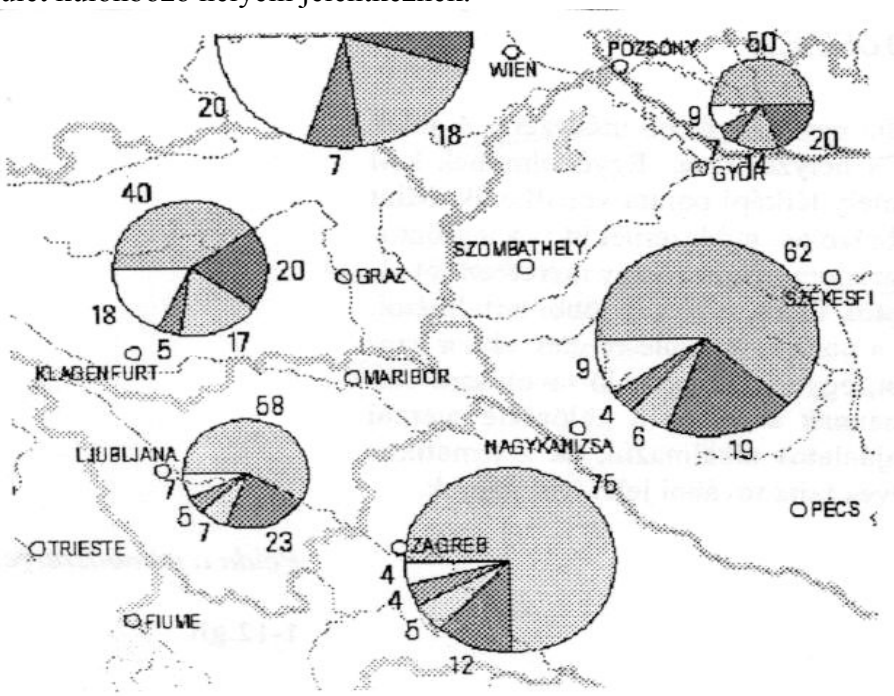
Felületre vonatkoztatott mennyiségi jelek eredményezik a jelkartogramot (1.4. - 24. ábra).

1.4.5. A kartodiagram módszer

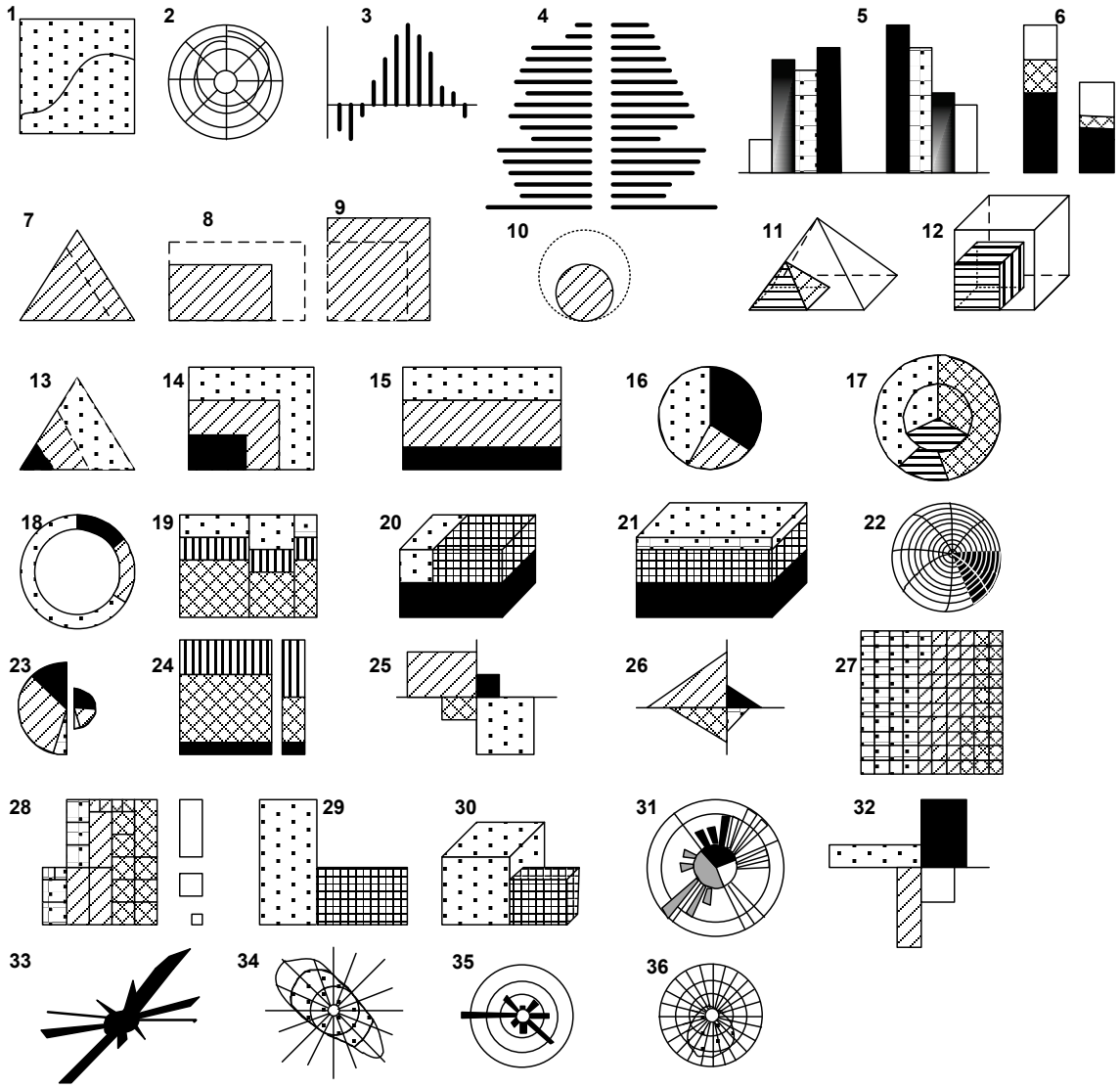
A kartodiagram térképen előállított diagram segítségével a területre vonatkozó statisztikai értékek vagy nagyságok abszolút értelemben ábrázolhatók (1.4. - 25. ábra). A térképen valamennyi diagram típus megjeleníthető (1.4. - 26. ábra).

A vonatkozási terület gyakran közigazgatási egység. A terület, amelyre a diagram vonatkozik, nagyon különböző nagyságú lehet, egy viszonylag kis terület (pl. egy város területe), vagy nagyobb (pl. egy ország területe). A térkép szerkesztőnek biztosítani kell, hogy a diagram hovatartozása a meghatározott térképi területen egyértelműen felismerhető legyen.

Szabályként leszögezhető, hogy kis vonatkozási felületnél a vonatkozási hely közvetlen közelébe, nagyobb felületnél pedig a súlypontba állítjuk. A diagram elhelyezése a térképen látszólag a jelek elhelyezéséhez hasonló. A lényeges különbség az, hogy a jel konkrét tárgyakra, jelenségekre helyzethűen (pontosan az előfordulás helyén) ábrázol, a diagram pedig összefoglalt statisztikusan kiderített nagyságot jelenít meg, amelyek komponensei a vonatkozási felület különböző helyein jelentkeznek.



1.4. - 25. ábra: Kartodiagram



1.4. -26. ábra: Diagram-típusok

A kartodiagram módszer a következő ábrázolási lehetőségeket adja:

1., valamely objektum vagy jelenség mennyiségi értékeinek abszolút értelmű ábrázolása;

2., valamely objektum vagy jelenség fejlődési dinamikájának abszolút értelmű ábrázolása;

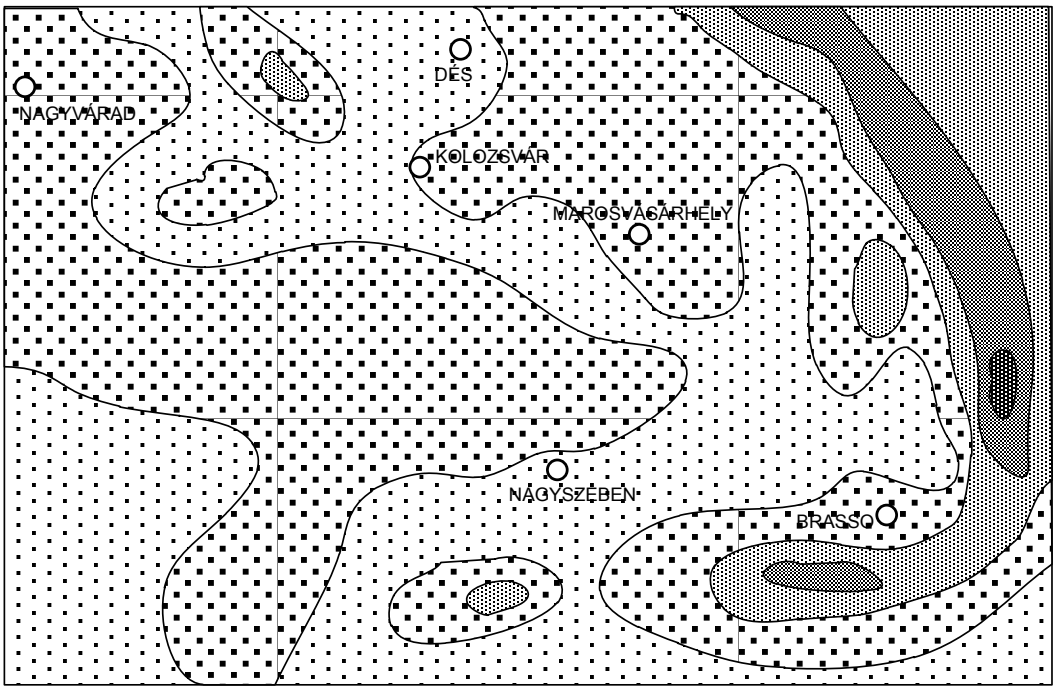
3., több objektum vagy jelenség mennyiségi értékeinek abszolút értelmű, gyakran százalékos ábrázolása.

A kartodiagramok grafikus ábrázolási lehetőségei változatosak, valamennyi diagramtipus térképen megszerkeszthető.

1.4.6. Az izovonal módszer

A folyamatosság egy állandó felületet vagy területet kitöltő jelenség, amelynek állapota, értéke vagy intenzitása helyről-helyre folytonos vagy folytonosan változó (Imhof).

A kontinuumok ábrázolására a leggyakoribb az izovonalak módszere (1.4. - 27. ábra). A szomszédos, azonos értékű vagy korú pontokat összekötő vonalak az izovonalak. Az izovonalas ábrázolásban megkülönböztetjük a természetes folyamatosságot (pl.izohipszák, izobátok) és a mértanilag rögzített folyamatosság (izodisztans, izokrón vonalak) kartografálását.



1.4. - 27. ábra: Izovonalas térkép

Az izovonalakat a topográfiai hellyel és az ehhez tartozó diszkrét értékkel meghatározott pontok közé interpolálva szerkesztik. A természetes terep izovonalai zárt görbék, nem válnak szét és nem keresztezik egymást. Az izovonalak pontossága az értékadatok sűrűségétől és megbízhatóságától függ. Az izovonalak valószínűségének vizsgálatakor, vagyis adott információ elfogadhatóságának elemzésekor a legtöbbször nem találunk szerkesztésükben szigorúan vett matematikai interpolációt. Fontos az izovonalak közti intervallumok alkalmas megválasztása azaz olyan értékkülönbségek kijelölése, amelyek mind az ábrázolt értékmennyiségben, mind a térképi szemléltetésben optimális értéket képviselnek. Ha az intervallumot vagy egyenértéket túl nagyra választjuk ez a közlés elszegényesedéséhez vezet, fordítva pedig a túl kicsiny különbség a térképet túlterheli és az áttekinthetőség rovására megy. A fokozatokat egyenértékűen vagy progresszíven növekedve lehet kijelölni.A progresszív növekedés alkalmazására akkor kerül sor, ha a térkép tematikus tartalma a domborzattal formai kapcsolatban áll, vagy ha kis méretarányban nagy területet kell ábrázolni. A kartográfiai gyakorlatban a kisméretarányú földrajzi térképek hipszometrikus színezéséhez hasonlóan színezik az izovonalak közötti értéklépcsők felületét. A színválasztásnak a térképfelhasználó természetes színérzékelésén kell alapulni. Például az északi féltekén a januári középizotermák közti területet „hideg” zöldeskékkel, a júniusi középizotermák közti területet „meleg” narancssárga tónussal kell színezni (1.4. - 29-30. ábra).

Az egyszínnyomású térképen vonalkázást vagy megfelelő szürke skálát használunk.

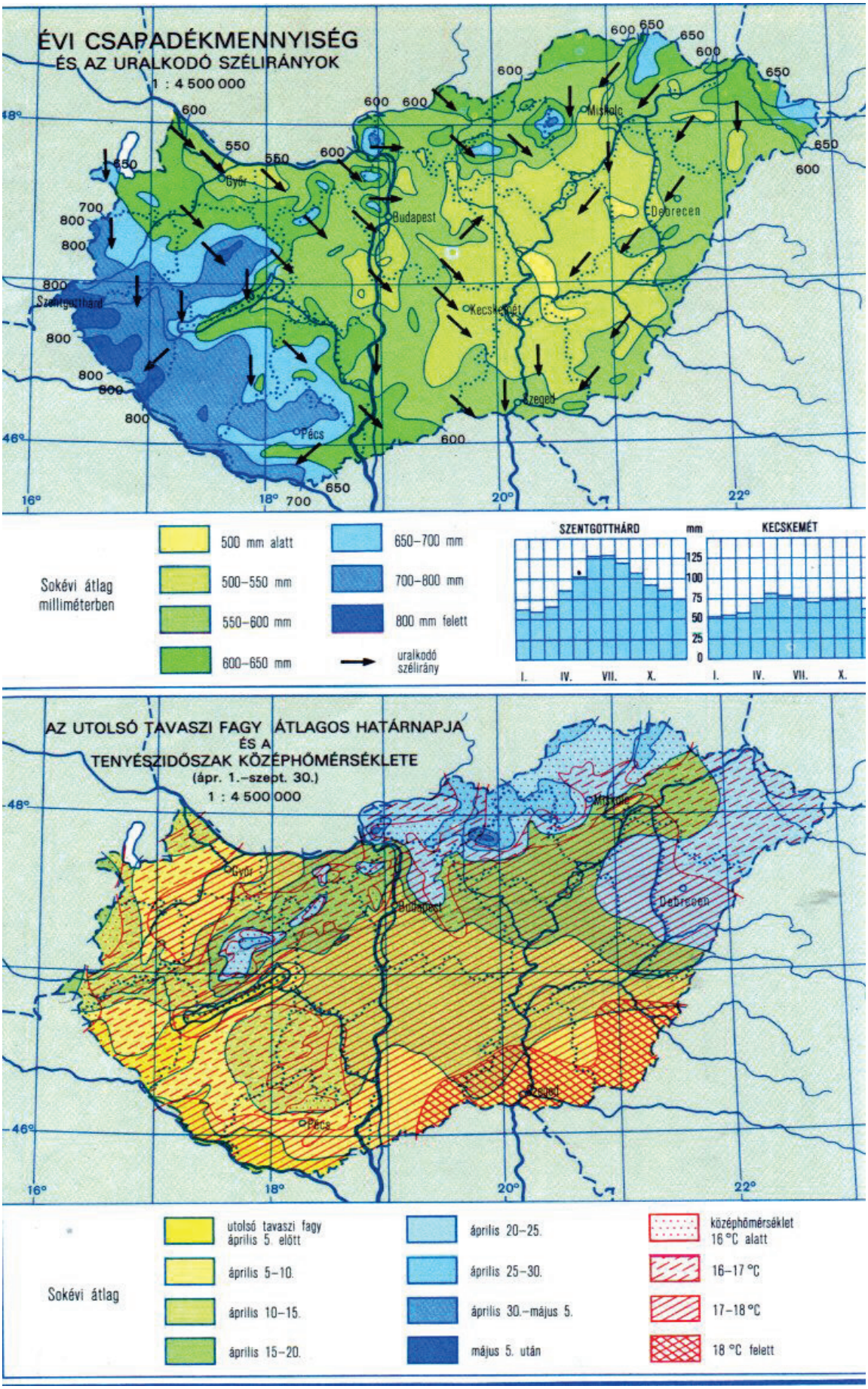
Ha nem folyamatos felülettel jellemzett objektum vagy jelenség (pl. népsűrűség, telekhatár-értékhatárvonal) egyenlő értékeit kötjük össze, álizovonalat (pszeudoizovonal) kapunk (1.4. - 28. ábra).

Az álizovonalak ismertetőjegyei:

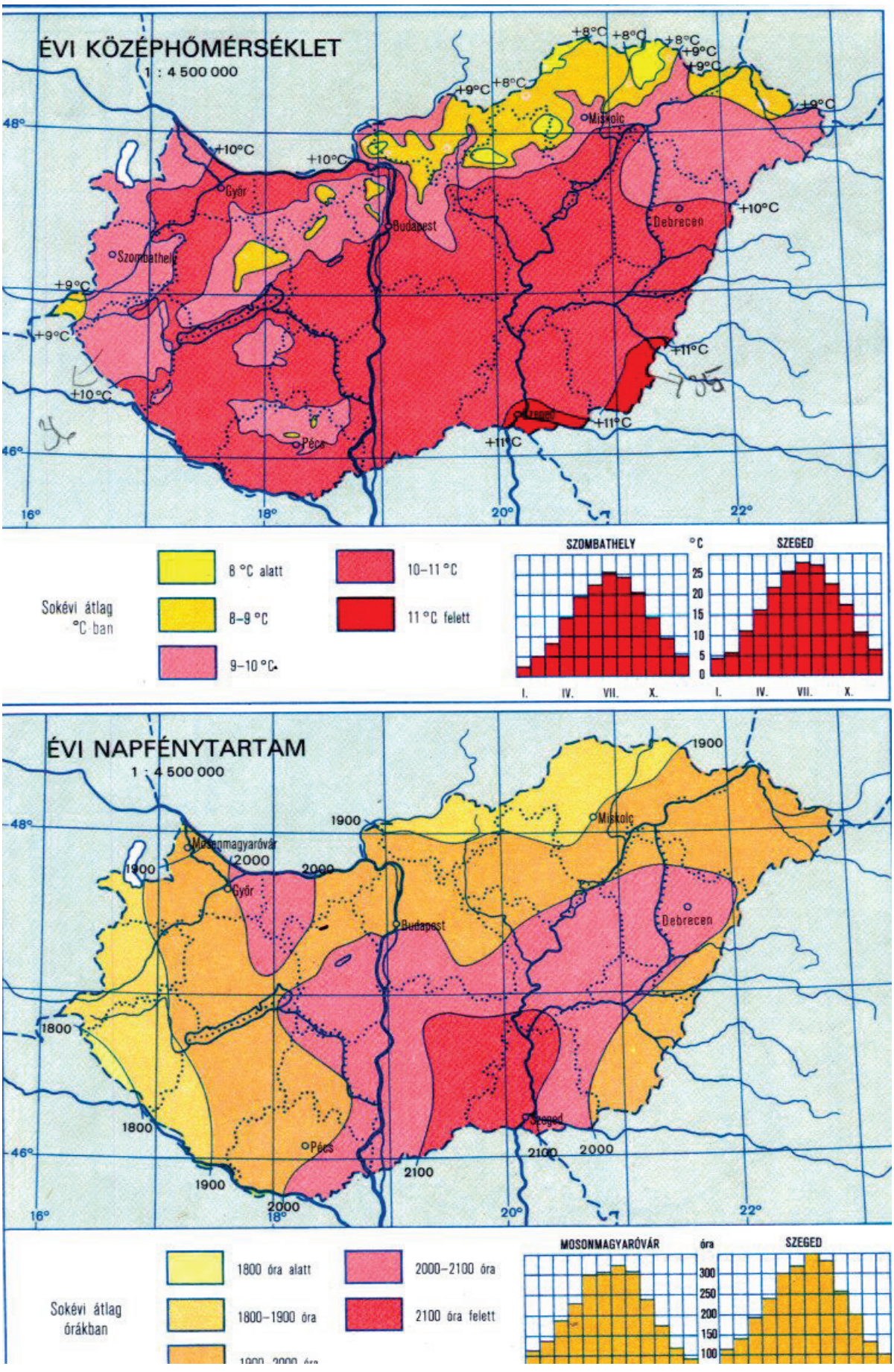
a., az általuk körülzárt terület diszkontinuus (nem folyamatos);

b., nem interpoláció útján jönnek létre;

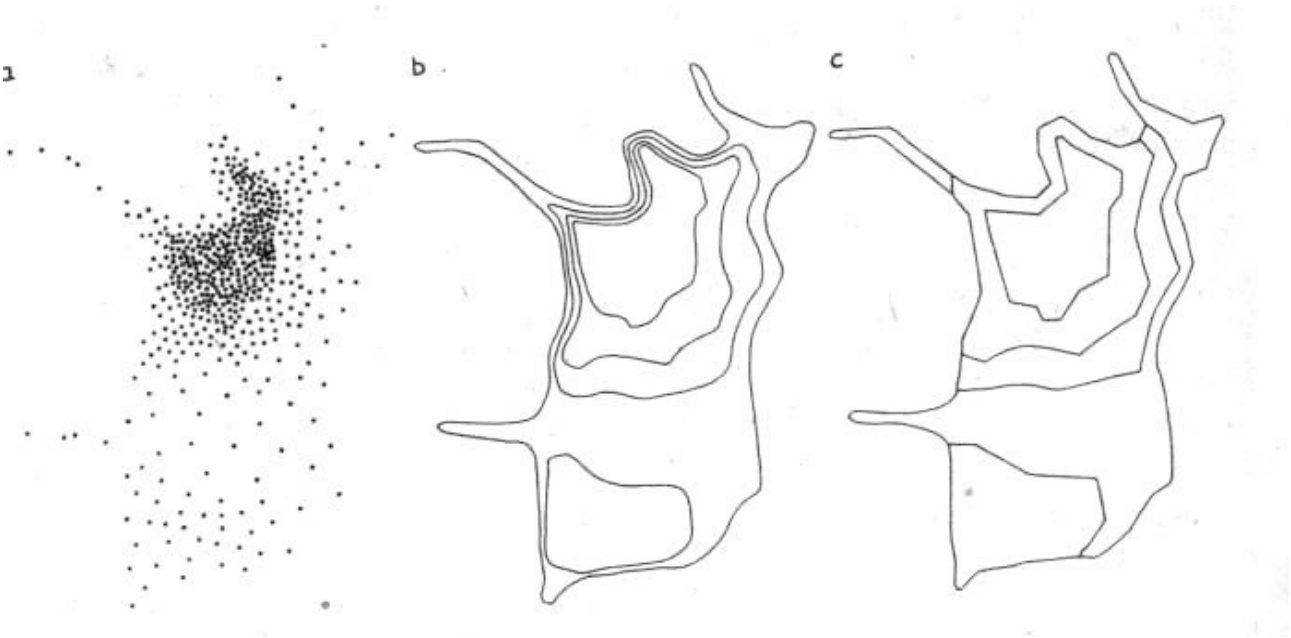
c., nincsenek közöttük fokozati lépcsők.



1.4. - 28. ábra: Példák az izovonalas ábrázolásra és a szín- pszichológiai alkalmazásra I.



1.4. - 29. ábra: Példák az izovonalas ábrázolásra és a szín- pszichológiai alkalmazásra II.



1.4. - 30. ábra: Település népsűrűségének ábrázolása

a) pontmódszerrel (1 pont =20 lakos)

b) izovonalakkal

c) értékhatár vonalakkal, álizovonalakkal

1.4.7. A mozgásvonalak módszere (vektormódszer)

A minőségi és mennyiségi értékekkel jellemzett tárgyak vagy jelenségek helyváltoztatását, térbeli mozgását a mozgásvonalak vagy áramlásvonalak módszerével ábrázoljuk. (Például közúti vagy vasúti teheráramlás bemutatása, a szélviszonyok ábrázolása stb.)

Az irány ábrázolása

Az irányadat legfontosabb ábrázolási eszköze a nyíl (1.4. - 31. ábra). Az információ jellegéből fakadóan az irányadat két típusa különböztethető meg:

a., a pontos irányadat, amikor az elmozdulás valódi irányát ábrázoljuk, az elmozdulás irányát topográfiailag ábrázoljuk (pl. a vasúti teheráramlás)

b., a vázlatos irányadat, amikor az ábrázolás célja csak elmozdulás tényének közlése, és ezért a vázlatos irányadat által adott információ kielégítő. A vázlatos ábrázolás nem utal a helyváltoztatás valódi futására, csak az elmozdulás tényét közli.

A minőség ábrázolása

A különböző jellegű objektumokat és jelenségeket többféleképpen, színnel, vonalkázással, vonalerősséggel, vonaljelekkel és írással kiegészítve ábrázoljuk.

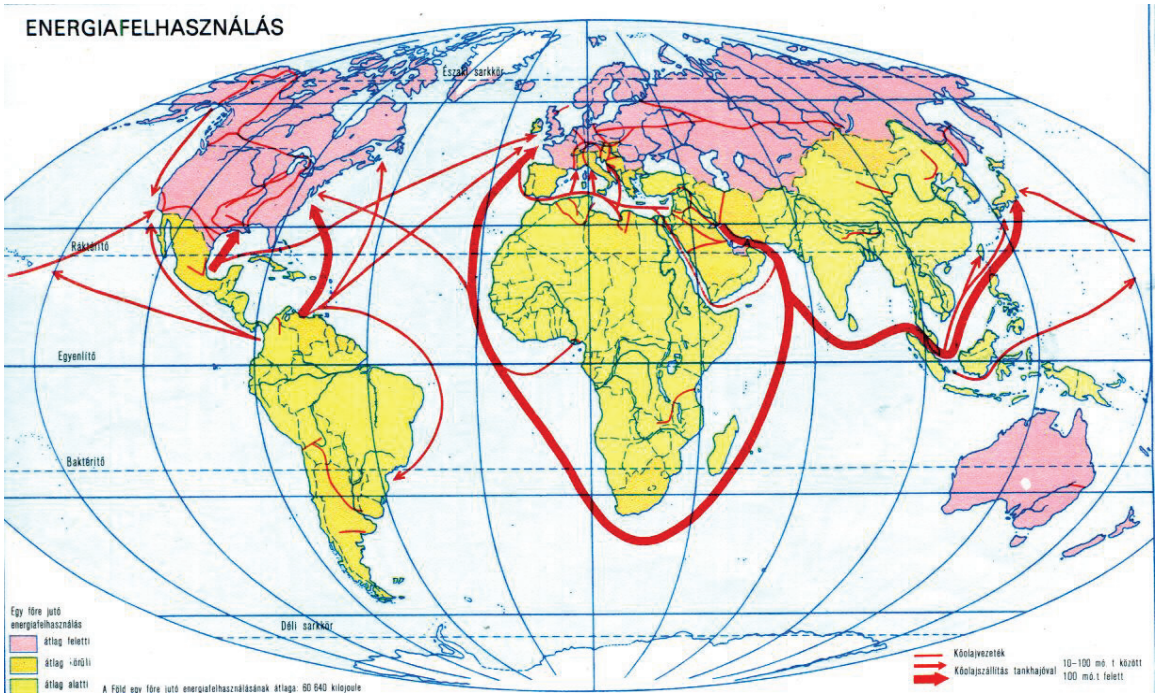
Mennyiségi értékek ábrázolása

A tömegadatokat különféle szalagszélességgel és számkiegészítéssel szemléltetjük. A szalagszélesség mérethelyesen rögzíti a mozgó értékek mennyiségét. Az ábrázolandó értékekhez a sáv szélességeket a méretaránytól és az értékek alsó és felső határa közötti különbségektől függően a már ismert folyamatos vagy lépcsős értékábrázolási módszerrel választjuk. A

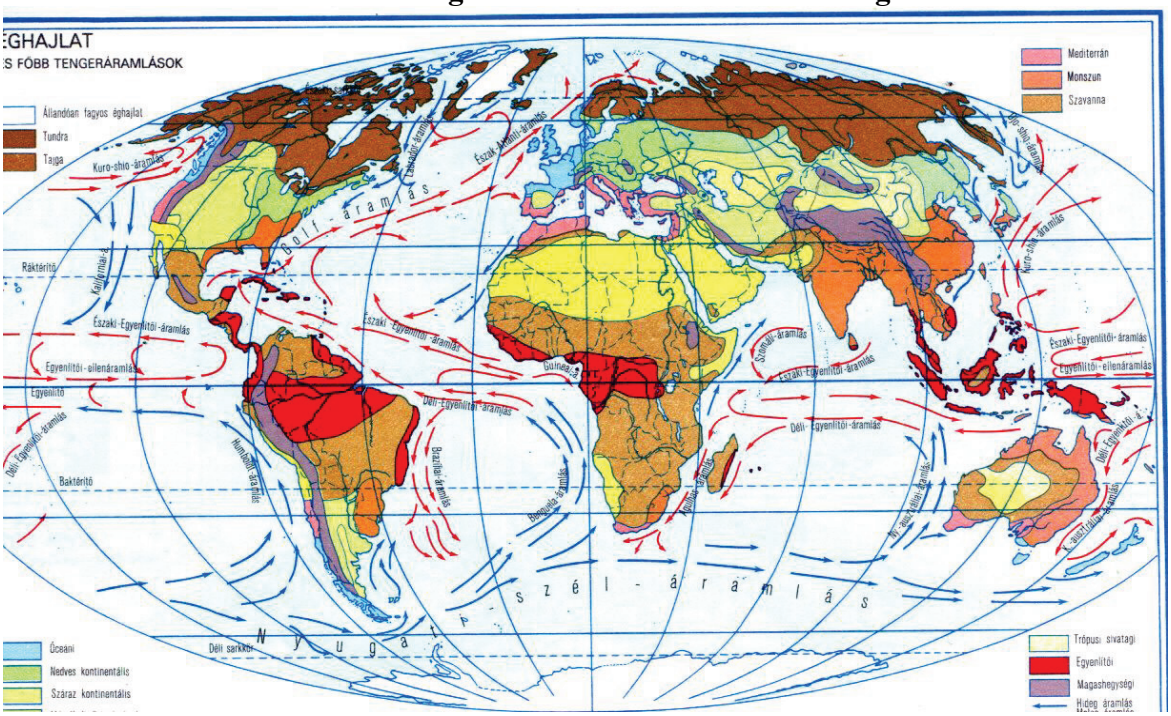
folyamatos és lépcsős ábrázolásnál a sávszélesség százalékos összefüggésben van az értéktömeggel.

Az önkényesen választott sávszélesség - bár eltorzítja a tényleges viszonyok ábrázolását - a nagy szélsőségű értékekkel rendelkező objektumok esetében alkalmazható, mert ez esetben az abszolút ábrázolás számára a térképfelület nem elegendő, illetve a rajzi kivitelezés nehézkes.

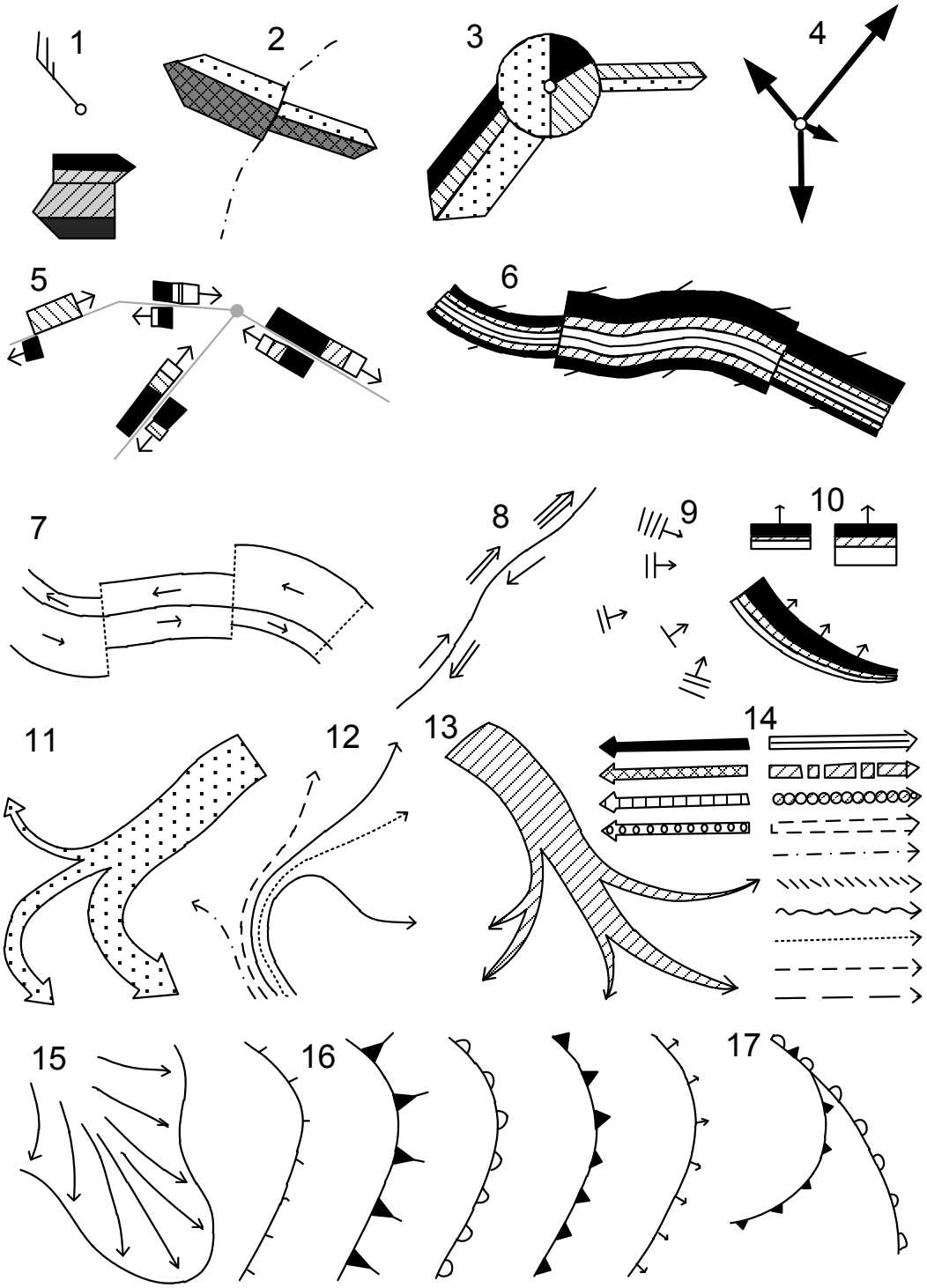
A vektormódszer alkalmas három információ: az irány, a minőség és a mennyiség egy térképen való ábrázolására (1.4. - 34. ábra). A szín-pszichológiát ennél a módszernél is figyelembe kell venni (1.4. - 32. ábra). Néhány áramlásvonal típust mutat az 1.4. - 33. ábra.



1.4. - 31. ábra: Az energiafelhasználás ábrázolása mozgásvonalakkal



1.4. - 32. ábra: Tengeráramlások (hideg, meleg) ábrázolása mozgásvonalakkal



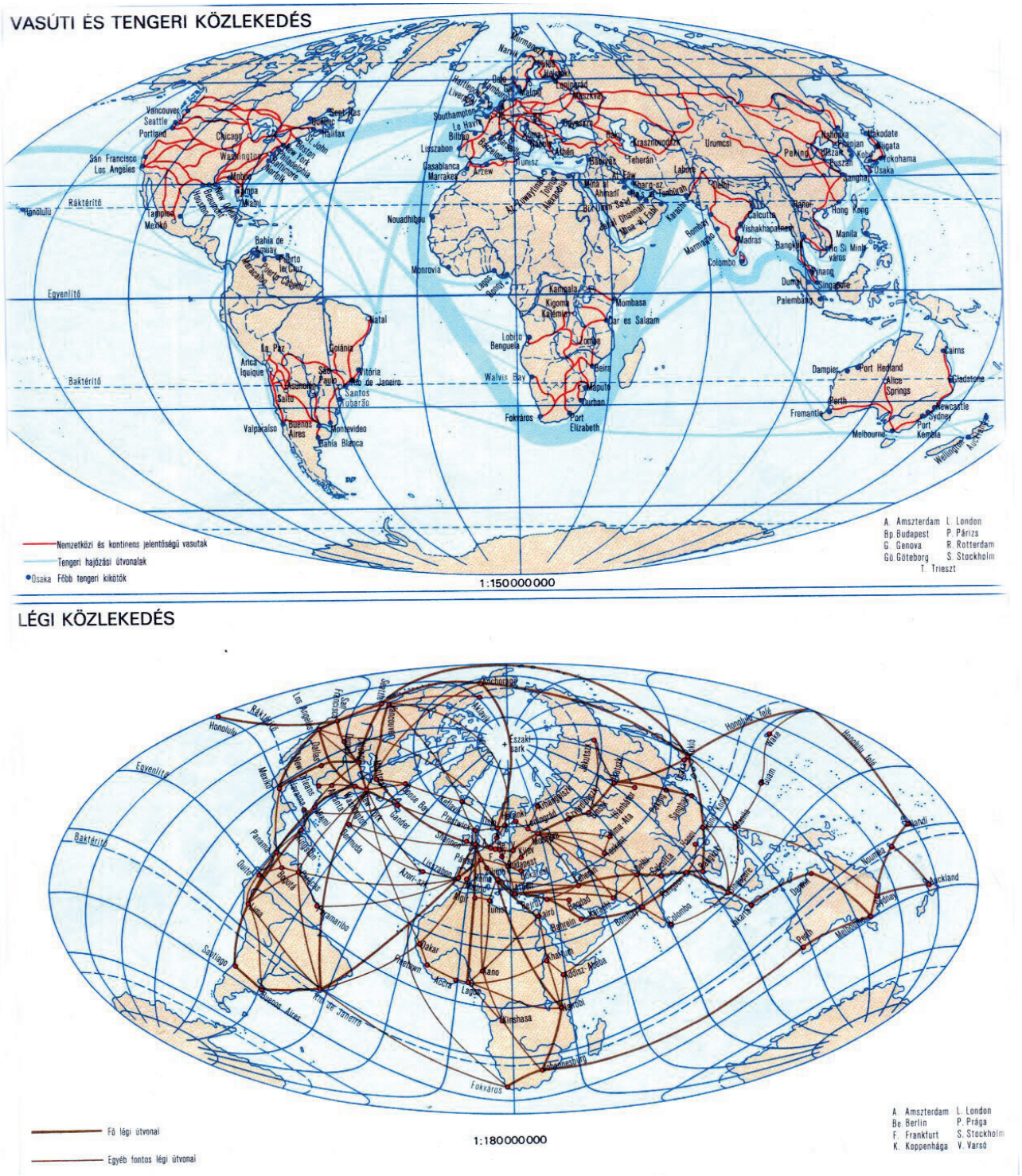
1.4. - 33. ábra: Áramlásvonal típusok (Arnberger nyomán)

1-4. egy pontból kiinduló elmozdulás

5-8. Vonal menti elmozdulás

9-14. Adott területről meghatározott irányba történő elmozdulás

15-17. Felületi elmozdulás



1.4. - 34. ábra: Példák a mozgásvonalak módszerére

1.5. Informatikai alapismeretek

1.5.1. A számítógépek hardver elemei

A mindennapi gyakorlatban a számítógépek alábbi fő típusaival találkozunk:

– *Személyi számítógép* (personal computer): egy személy használatára szolgáló, hordozható (laptop) vagy asztali (desktop) számítógép. Ebben a kategóriában kis, közepes és nagy teljesítményű gépek egyaránt megtalálhatók. Két leggyakoribb típusa az *IBM-PC* és az *Apple Macintosh* gépcsalád.

– *Kiszolgáló gép* vagy *szerver*: nagy teljesítményű és nagy megbízhatóságú, rendszerint asztali számítógép, amelyet több személy, több munkahely kiszolgálására használnak.

– *Terminál:* adatbevitelre és -kivitelre specializált számítógép, amely alkalmazói programok futtatását nem támogatja. Segítségével hálózaton keresztül valamely szerverre csatlakozunk, és a szerveren futtatunk programokat. Igazi terminállal ma már csak elvétve találkozunk, az viszont gyakori, hogy egy személyi számítógépet terminálként használva kapcsolódunk valamely kiszolgálóhoz.

A továbbiakban a számítógépek hardverfelépítésével, az egyes komponensek működésével ismerkedünk meg.

A számítógép felépítése

Funkcionális szempontból a gép egységeit két fő csoportra osztjuk:

– *Alapegységek:* a processzor és a memória, ezek alkotják a gép minimális, elvileg önállóan működőképes magját.

– *Perifériák:* kiegészítő egységek, amelyek egy része nélkülözhetetlen a gép használatához (billentyűzet, monitor, merevlemez), más részük opcionális (nyomtató, CD-olvasó, szkenner stb.).

A számítógép külső csatlakozási pontjait szaknyelven *port*nak nevezik. A fontosabb típusok:

– *Soros port:* lassabb adatátvitelt tesz lehetővé, ide csatlakoztatják például az egeret.

– *Párhuzamos port:* széles, 25 pólusú csatlakozási pont, amely nagyobb sebességű adatátvitelt biztosít. Ide szokták kötni például a nyomtatót.

– *USB (Universal Serial Bus):* újabb géptípusokon kialakított csatlakozási pont, amelyre akár több eszköz is kapcsolható (úgy, hogy például egy csatlakoztatott eszköz további csatlakozókat tartalmaz). Az USB-re számos periféria illeszthető (nyomtató, pendrive stb.).

A számítógép-perifériák csatlakoztatásához, illetve a számítógépek közötti kommunikációra egyre elterjedtebben használják a különböző *vezeték nélküli technológiákat*. A két legnépszerűbb ilyen technológia a *Bluetooth* és a *Wi-Fi*. Mindkettő a szabadfelhasználású 2,4 GHz frekvenciasávban működik. A Bluetooth hatótávolsága kisebb (kb. 10 méter) és az adatátviteli sebessége is lassabb, ezért elsősorban lassú eszközök összekapcsolására használható (mobiltelefon,

nyomtató, billentyűzet). A Wi-Fi adatátviteli sebessége 11...54 Mbps (megabit másodpercenként), hatótávolsága 30...100 méter, ezért kiválóan alkalmas hálózati kapcsolatok létrehozására, illetve bármilyen nagysebességű periféria csatlakoztatására.

Processzor

A processzort szaknyelven CPU-nak nevezik, ami a Central Processor Unit (központi feldolgozó egység) rövidítése. Egy számítógép típusát alapvetően a *processzor típusa* határozza meg. Ha két gép azonos (vagy kompatibilis) processzort tartalmaz, akkor általában ugyanazok a programok futtathatók rajtuk, míg eltérő processzortípusok esetén ez már nem teljesül. A processzort általában egyetlen nagy bonyolultságú chip formájában alakítják ki. A PC-gépek processzorainak többségét az *Intel* cég gyártja (1.5. - 1. ábra).

1.5. - 1. ábra: Az Intel egyik processzora

A processzorok sebességét növelő rendszertechnikai megoldás a *gyorsítótár (cache)* alkalmazása. Ez a számítógép alapmemóriájánál jóval kisebb, de jóval gyorsabb speciális memória, amelybe mindig átmásolásra kerül a végrehajtandó program aktuális részlete. Mindaddig, amíg a processzor a gyorsítótárból tud dolgozni, és nem kell az alapmemóriához fordulnia, sokkal gyorsabban fut a program.
Másik gyorsítási lehetőség a *futószalag (pipeline) elv*. Itt egy gépi utasítás végrehajtását műveletvégző egységek sora végzi: mindegyik egység csak egy elemi lépést hajt végre, és máris továbbadja a félkész feladatot a következő egységnek. Így a végrehajtandó utasítások sokkal gyorsabban követhetik egymást, mint ha egyetlen műveletvégző egységet alkalmaznának.

A processzorok sebességét MHz-ben (megaherz) adják meg. Ennek megértéséhez tudni kell, hogy a processzor működését szabályos időközönként kiküldött elektromos impulzus (órajel) vezérli. Minden egyes órajel hatására az elektronika valamilyen elemi műveletet hajt végre. (Itt nagyon elemi lépésekre kell gondolni, például egyetlen aritmetikai művelet végrehajtásához több száz órajelre lehet szükség.) Ha egy processzor sebessége (órajel frekvenciája) 100 MHz, ez azt jelenti, hogy a processzor másodpercenként 100 millió elemi lépést hajt végre. Két azonos típusú processzor közül az nyújt nagyobb teljesítményt, amelyikhez nagyobb MHz érték tartozik. Az első PC-processzorok 2 MHz körüli frekvencián dolgoztak, a Pentium 4 újabb változatai már elérik a 3,2 GHz-et.

Memória (tár)

Szokásos angol elnevezése *RAM = Random Access Memory*, magyarul *közvetlen elérésű tár*. Az elnevezés arra utal, hogy a processzor az egyes memóriarekeszeket közvetlen címzés segítségével tudja elérni, így igen gyors kommunikációt tud megvalósítani. A memória tárolókapacitását Mbájtban adják meg. A RAM *ideiglenes tárolóeszköz*, a számítógép kikapcsolásakor a memória tartalma törlődik.

Speciális memóriatípus a *ROM = Read Only Memory = csak olvasható tár*. Felépítése hasonló a RAM-hoz, de tartalma gyárilag „be van égetve”, nem változtatható, és így a gép kikapcsolásakor sem törlődik.

Új memóriatípus a *flash memória,* amely drágább és lassabb ugyan a RAM-nál, de óriási előnye, hogy tartalmát áramellátás nélkül is megőrzi. Sokoldalúan alkalmazzák háttértárként, illetve mobil eszközökben memóriakártyaként.

Billentyűzet és egér

A billentyűzet a számítógép vezérlésére és adatok bevitelére szolgál. Általános szabály, hogy ha egy billentyűt tartósan lenyomva tartunk, ez azzal egyenértékű, mintha sokszor egymás után leütnénk. Kivételt képeznek ez alól a *Shift, Alt* és *Ctrl* billentyűk: ezek lenyomva tartása a többi billentyű funkcióját változtatja meg. További speciális billentyűk:

– *CapsLock:* tartós nagybetűs üzemmód ki-bekapcsolása.

– *Pozicionáló billentyűk:* a nyíl billentyűk, a *Home, End, PageUp, PageDown.*

– *Szövegszerkesztő billentyűk:* a *Delete* és *BackSpace* törlésre, az *Insert* beszúró üzemmód ki-bekapcsolására szolgál. A *Tabulátor* billentyű a bal szélén található, gyakran kettős nyíl szimbólummal jelölik. Leütésével egy úgynevezett *tabulátorkaraktert* tudunk bevinni a szövegbe.

–. *Vezérlő billentyűk.* Az *Enter* és az *Escape*.

– *Numerikus billentyűzetrész.* A billentyűzet jobb oldalán elhelyezett csoport, amely a kalkulátorok billentyűzetének felel meg. A numerikus blokk billentyűi azonban *pozicionáló billentyűkként* is szolgálnak, a *NumLock* üzemmódváltóval kapcsolhatunk át erre az üzemmódra.

– Az *AltGr*-rel *magyar ábécés billentyűzeten* találkozunk, amely egyes betűkhöz társított speciális jelek elérését teszi lehetővé.

– *PrintScreen*: a képernyő aktuális tartalmát menti a Windows vágólapra.

Az egér sajátos *pozicionáló eszköz*. Működési elvét tekintve két fő típusa a *mechanikus* és *optikai egér*, utóbbi nagyobb pontosságot biztosít. Általában két- és háromgombos típussal találkozunk. A *görgős egér*nél a középső gomb helyén egy görgő jelenik meg, amely a képernyőablakok tartalmának kényelmes le-fel mozgatását teszi lehetővé.

Monitorok

A hagyományos monitor a televízióhoz hasonlóan katódsugárcsővel működik, ezeket a terjedelmes készülékeket azonban fokozatosan kiszorítják a szemet kímélő, lapos és könnyű folyadékkristályos (más néven LCD = Liquid Crystal Display) monitorok. Hordozható gépeknél szükségképpen LCD képernyőt alkalmaznak. Az LCD monitort mátrixalakban elrendezett folyadékkristály-cellák alkotják. Minden egyes cella önállóan kap feszültséget, ennek nagyságával szabályozható a cella fényereje. Az LCD monitorokat mindig maximális felbontásra célszerű kapcsolni. Ez ugyanis megegyezik a cellamátrix felbontásával, kisebb felbontás esetén viszont a készülék egy beépített interpolációs algoritmussal generálja a képet, ami a képminőség romlásához vezethet.

A monitor vezérléséről a számítógépbe helyezett *videokártya* gondoskodik. Ez a kártya tartalmazza a *videomemóriát* (video RAM), amely a megjelenítendő képet tárolja digitálisan kódolt formában.

A monitorok többféle beállításban működtethetők, legfontosabb paraméterek a *felbontás* (például 800×600, 1024×768 vagy 1600×1280 képpont) és a *színmélység*, például 16 bites (high color) vagy 24, illetve 32 bites (true color).

Háttértárolók

Mivel a memória „felejtő” tároló (kikapcsoláskor a tartalma elvész), ezért szükség van tartós tárolásra alkalmas eszközökre is, ezeket nevezzük *háttértár*aknak. Közös jellemzőjük, hogy a

memóriánál lassabb adatelérést biztosítanak, viszont tartalmuk áramellátás nélkül is megőrződik. A háttértárat működtető hardvert általában *meghajtóegység*nek (angolul *drive*) nevezik.

Hajlékonylemez (floppylemez). Maga a tárolóegység egy kör alakú, mindkét oldalán mágneses adatrögzítésre alkalmas lemez. A meghajtóegység a számítógépbe beépített, maga a lemez cserélhető. Új floppylemezek általában formázva kerülnek kereskedelmi forgalomba, más típusokat használat előtt (vagy meghibásodás esetén) formázni kell. A ma használatos floppylemezek 3,5 inch átmérőjűek, négyzet alakú tokban kerülnek elhelyezésre, tárolókapacitásuk 1,44 Mbájt. A floppylemez fő hátrányai a kis tárolókapacitás és az alacsony szintű megbízhatóság, ezért használata egyre inkább háttérbe szorul.

***A merevlemez (winchester* angolul *hard disk*)** szintén mágneses adathordozó. A floppylemeztől alapvetően két dologban különbözik:

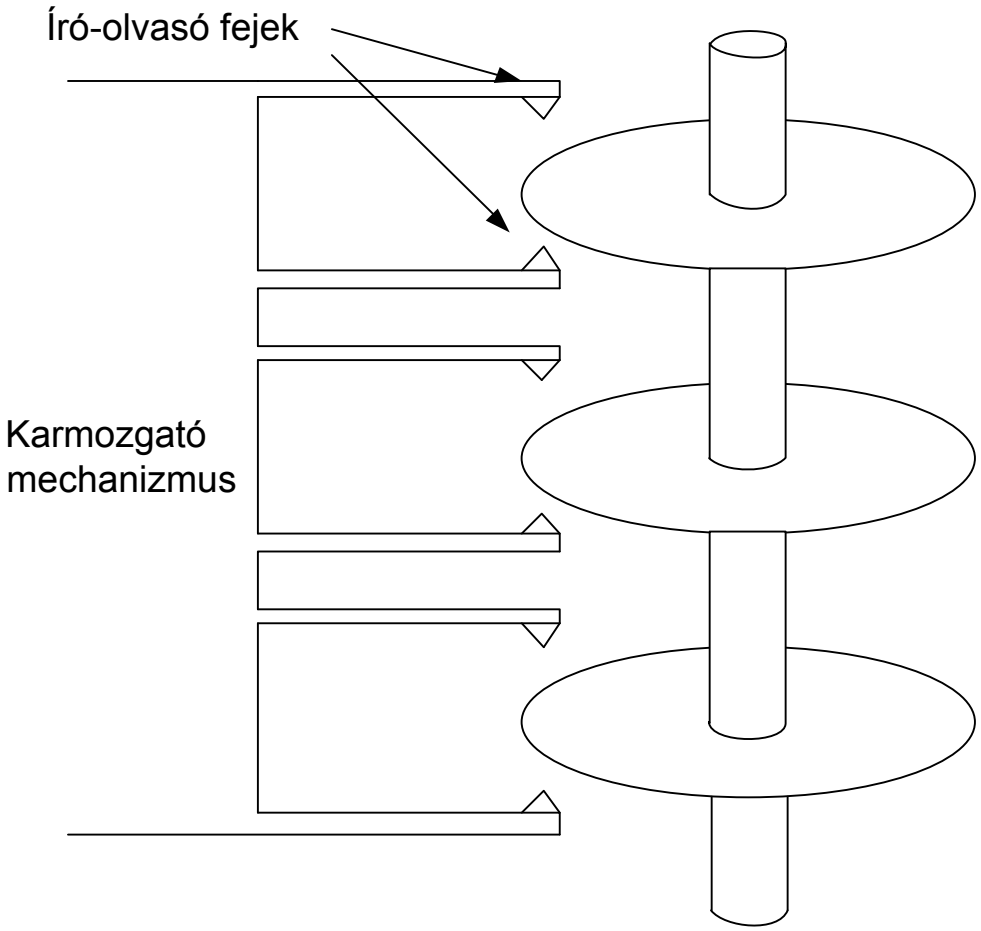
– Több mágneslemezt tartalmaz közös tengelyre szerelve, amelyekhez több, együtt mozgó író-olvasó fej tartozik (lásd az 1.5. - 2. ábrát). Ebből adódóan mindegyik lemez ugyanannyiadik sávját egyidejűleg lehet írni/olvasni. (Ezen egymás fölötti sávok együttesét *cilinder*nek nevezik.)

– A meghajtóegység és a mágneslemezek egyetlen közös, légmentesen lezárt tokban helyezkednek el. A teljes egység általában a számítógépbe van beépítve, de vannak cserélhető típusok is.

A légmentesen lezárt toknak köszönhetően a merevlemez sokkal nagyobb írássűrűséget biztosít, mint a floppy, az újabbak 100 Gbájt körüli tárolókapacitással rendelkeznek. A merevlemez adatkezelése lényegesen gyorsabb a floppyénál, de a RAM-mal még így sem versenyezhet.

CD, DVD. A CD-lemez (Compact Disk) optikai elven működő adattároló (tehát nem mágneslemez), a rajta tárolt adatokat lézersugár segítségével olvassa le a meghajtóegység. A felület eltérő fényvisszaverő tulajdonságú részei kódolják a 0 és 1 értékű biteket. Az információ egy 120 mm átmérőjű lemezen tárolódik, de itt nem koncentrikus körökben (mint a mágneslemeznél), hanem spirálisan kerül a lemezre.

A *CD-hanglemez* az 1980-as évek elején jelent meg, de már 1984-ben felismerték, hogy a CD számítógépes adathordozóként is használható, ez vezetett a *CD-ROM* szabványának kialakulásához. A ROM (Read Only Memory) elnevezés arra utal, hogy *csak olvasható* tárolóról van szó. Valójában a CD-ROM-nak semmi köze a memóriákhoz, felépítése azonos a CD-hanglemezével, de nem zenét, hanem tetszőleges, binárisan kódolt információt tartalmazhat. Tárolókapacitása lényegesen nagyobb, mint a floppylemezé: 650...800 Mbájt.



1.5. - 2. ábra. Merevlemezegység felépítése

Kezdetben a CD-lemezeket egyetlen „mesterlemezről” gyárilag sokszorosították. Az 1990-es években jelentek meg az *egyszer írható CD*-k (ezeket *CD-R* néven is említik, ahol *R* a *recordable* szóra utal). A boltban kapható üres CD-lemezt a számítógépbe épített *CD-író egységgel* lehet felírni, de felírás után tartalma már nem változtatható. A CD-író egységek a lemezek leolvasására is alkalmasak. Vannak *többször írható CD*-k is (ezekre a *CD-RW* elnevezés használatos, RW = ReWritable), de drágábbak az egyszer írhatónál, ezért kevésbé terjedtek el.

A CD-vel azonos méretű, de jóval nagyobb tárolókapacitású optikai lemez a *DVD*. Elsősorban digitális videofilmekhez fejlesztették ki (Digital Video Disk), de mivel általánosan használható, ezért a DVD rövidítés hivatalosan a *Digital Versatile Disk* (sokoldalú digitális lemez) kifejezést takarja.

A DVD alapváltozata 4,7 Gbájt kapacitású, és a CD-vel azonos felépítésű, de nagyobb jelsűrűséget és kisebb hullámhosszú lézerfényt alkalmaz. A kapacitást tovább növelték kétoldalas, illetve kétrétegű lemezek alkalmazásával, így 17 Gbájt is elérhető. A DVD speciális meghajtót igényel, de a DVD-meghajtók olvassák a CD-ket is.

Pendrive. Viszonylag új, népszerű háttértár a *pendrive* (másképpen *flashdrive* vagy *memory pen*), amelynek alapja a tartalmát áramellátás nélkül is megőrző flash memória. A pendrive golyóstollnyi méretű eszköz (innen az elnevezés: pendrive = tollmeghajtó), amelyet a számítógép USB csatlakozójába kell illeszteni, és ugyanúgy lehet írni/olvasni, mint a floppylemezt.

Tárolókapacitása viszont jóval nagyobb (32 Mbájt – 1 Gbájt), és mivel mozgó alkatrészt nem tartalmaz, sokkal gyorsabb és megbízhatóbb is. A pendrive fokozatosan a floppylemez szerepét veszi át. (Sok számítógép alapkiépítésben már nem tartalmaznak floppy meghajtót, helyette USB csatlakozó áll rendelkezésre.)

Nyomtatók

A ma használatos nyomtatók apró pontokból állítják össze a nyomtatási képet. Minél finomabb a felbontás, vagyis minél kisebb pontokból áll a kép, annál jobb a nyomtatás minősége. Szöveg és vonalrajz esetén 300 dpi (kb. 12 pont/mm) jó minőségnek számít, fényképekhez azonban 1000 dpi feletti felbontás szükséges. Színes nyomtatáshoz általában négy színkomponenst használnak, de egyes típusok ennél többel dolgoznak.

Mátrixnyomtató. A nyomtatófej soronként jobbra-balra halad a papír előtt. A fej 8...24 tűt tartalmaz egy oszlopban, amelyek egy festékszalagra ütve írnak a papírra. Az így megjelenő tűhegynyi pontokból áll össze a nyomtatási kép. Szokásos felbontása 100...200 dpi. A berendezés viszonylag zajos, ugyanakkor olcsón üzemeltethető, ezért mai napig is népszerű ott, ahol nem fontos a szép nyomtatási minőség (például számlák nyomtatása).

Tintasugaras nyomtató. A nyomtatófej apró tintacseppeket állít elő, amelyeket a papírra lövell, ahol azok gyorsan megszáradnak. A mai típusok színes nyomtatásra is alkalmasak. A színkeverés történhet mozaikszerűen elhelyezett (esetleg változó méretű) színes pontokkal, amelyeket az emberi szem kevert színként érzékel, vagy valódi színkeveréssel, ahol a különböző színű tintacseppek ténylegesen egymásra kerülnek és összekeverednek. A felbontás 300 és 4800 dpi között változik. A nagy felbontású változatokat kimondottan fényképek nyomtatására ajánlják, a megfelelő minőséghez azonban speciális fotópapír szükséges. A tintasugaras nyomtató csendes működésű és kedvező árú, viszont üzemeltetési költsége magas: a festékpatronokat néhány száz oldal után cserélni kell.

Lézernyomtató. A berendezés lelke egy elektromos vezető anyaggal bevont forgó henger, amely fény hatására elveszíti vezető képességét. Nyomtatáskor először a hengert feltöltik, majd lézersugárral rárajzolják a nyomtatandó kép inverzét. Ezután egy festékszóró a hengerre festéket visz fel, amely a ki nem sütött pontokon megtapad. Végül a henger a papírra nyomja a képet, amelyet magas hőmérsékleten beégetnek. Színes nyomtatás esetén a négy színkomponenst egymás után viszik fel, ezért a nyomtatás négyszer lassabb, mint fekete nyomat esetében. (Kivételt képeznek az ún. *tandem* nyomtatók, amelyeknél négy henger egyidejűleg dolgozik a nyomat előállításán, itt a színes nyomtatás is gyors.) A lézernyomtatók felbontása 300 és 2400 dpi között változik. Nem olcsó berendezések, üzemeltetési költségük azonban alacsonyabb, és nyomtatási képük jobb, mint a tintasugaras nyomtatóké.

A térinformatika speciális hardvereszközei

A térinformatika elsősorban a grafikus adat be- és kivitel területén igényel speciális eszközöket, ezeket az alábbi ábra (1.5. - 3. ábra) tekinti át.

	Vektoros	Raszteres
Bevitel	Digitalizáló tábla	Szkenner, digitális kamera
Kivitel	Tollas plotter	Tintasugaras plotter

1.5. - 3. ábra. Be- és kiviteli hardvereszközök áttekintése

Digitalizáló tábla (tablet): Egy elektronikusan vezérelt, A3...A0 méretű táblából, és egy egérhez hasonló pozícionáló eszközből (*tábla kurzor*) áll. A tábla kurzor – az egértől eltérően – abszolút pozíciót érzékelő eszköz: mindig pontosan érzékeli, hogy a tábla mely pontján van, akkor is, ha felemelve helyezzük át.

A digitalizáló tábla manuális vektoros adatbevitelt támogat. A digitalizálandó rajzot a táblára rögzítik, majd a tábla kalibrálásával elérik, hogy a rajz négy sarokpontja a képernyőn látható rajzterület négy sarkának feleljen meg. Ezután a tábla kurzorral manuálisan követik a rajz vonalait, és a vonalvégpontoknál gombnyomással viszik be a megfelelő koordinátákat.

Az eljárás hátránya, hogy az adatbevitel pontossága és teljessége csak nehezen ellenőrizhető. Ennek ellenére, viszonylagos olcsósága miatt, gyakran használt adatbeviteli eszköz.

Szkenner (scanner): optikai leolvasó, raszteres adatot állít elő. Főbb típusok:

– *Diaszkenner:* speciálisan diafilmek digitalizálására készült, igen nagy felbontású szkenner.

– *Kéziszkenner (handy scanner):* kb. 10 cm széles sávot visz be. A túl lassú húzást kompenzálja, a túl gyorsat nem.

– *Síkszkenner:* általában A4 (esetleg A3) méretű irodai szkennerekkel találkozunk. A szkennelendő lapot egy üveglapra kell helyezni, amelyet egy levilágító-érzékelő berendezés soronként letapogat. A síkszkenner igen pontos adatbevitelt biztosít, de az A3-nál nagyobb méretű berendezések igen drágák.

– *Dobszkenner:* A1, A0 méretű (valójában csak a szélesség korlátozott, a hosszúság nem). A síkszkennerrel ellentétben itt a levilágító-érzékelő berendezés rögzített, és előtte halad el a digitalizálandó lap. Fényes felületű lapok (fóliák) szkennelése esetén a laptovábbítás egyenetlen lehet, ami a szkennelés pontosságát rontja. Bár a dobszkenner is viszonylag drága berendezés, a térinformatikában ezt használják legáltalánosabban.

– *Plotterre szerelt kéziszkenner:* sávonként lehet vele nagyobb rajzot, térképet szkennelni. Plotterrel már rendelkező cégek számára olcsó, de nem elég biztonságos megoldás. (A sávok elcsúszhatnak egymáshoz képest.)

Digitális kamera: az optika általában mátrix alakban elhelyezett érzékelőkre vetíti a képet, eredményül szürkeárnyalatos vagy színes raszterkép keletkezik. Műholdképek, légifényképek készítésére használatos.

Plotter (rajzgép): A3...A0 méretű rajzok készítésére alkalmas, típusai:

– *Tollas plotter:* vektorosan vezérelt berendezés. Két típusa van: a síkplotter, ahol a rajzoló

tollat *x* és *y* koordinátairányban mozgatja a vezérlő elektronika, és a dobplotter, ahol a toll csak *x* irányban, a papír pedig *y* irányban mozog. Rendszerint több tollat használ, ezzel biztosít többféle színt ill. vonalvastagságot. Hátrányok: a tollak gyakran beszáradnak, illetve kimerülnek, ilyenkor a félbemaradt rajzot újra kell kezdeni. Dobplotternél a sokszori papírmozgatás után kisebb elcsúszások lehetségesek. Ezen hátrányok miatt a tollas plotterek ma már háttérbe szorultak.

– *Tintasugaras plotter (raszter plotter):* a tintasuragas nyomtatókhoz hasonlóan működik. Raszteresen vezérelt berendezés, ezért a vektoros rajzot nyomtatás előtt raszteresre konvertálja. Ha elég jó a felbontása, akkor egyértelműen jobb rajzminőséget biztosít, mint a tollas plotter. Különleges előnye, hogy raszteres, ill. hibrid raszter-vektor állományokat is lehet vele nyomtatni.

1.5.2. Az operációs rendszerekről általában

Azt a programot, amely a számítógép kezeléséhez szükséges alapvető funkciókat megvalósítja, *operációs rendszer*nek nevezzük. Operációs rendszer nélkül a számítógép használhatatlan. A személyi számítógépek világában leggyakrabban a Windows és a Linux rendszerekkel találkozunk. Az operációs rendszer fő feladatai:

– a gép hardveregységeinek kezelése (billentyűzet, monitor, mágneslemez stb.),

– kommunikációs felület biztosítása a felhasználó részére,

– fájlkezelés,

– programok futtatásának biztosítása (program betöltése háttértárolóról a memóriába, elindítása, futásának felügyelete, igényeinek kiszolgálása).

Az operációs rendszer legfontosabb része a *rendszermag* (angolul *kernel*). Ez a program állandóan a memóriában van, és az alapfunkciókat biztosítja. A rendszermag mellett még számos segédprogram tartozik egy operációs rendszerhez, ezek további feladatokat látnak el.

Bekapcsolás után a gép automatikusan betölti az operációs rendszert (először csak a rendszermagot) merevlemezről a memóriába, majd az operációs rendszer elvégzi a szükséges alapbeállításokat. Ezt a folyamatot (betöltés és beállítások) *boot*nak nevezik. A boot valójában igen összetett folyamat, és minél bonyolultabb az operációs rendszer, annál tovább tart.

Ha az operációs rendszer működésében zavarokat észlelünk, célszerű a rendszert újraindítani (*szoftver boot*). Ilyenkor a gép ismét alapállapotból indul, mint ha most kapcsoltuk volna be. Ritkán előfordul, hogy a gép sem az egérre, sem billentyűk leütésére nem reagál. Ilyenkor a gép dobozán elhelyezett *RESET* gomb megnyomásával lehet újraindulni (*hardver boot*). Ezt az indítási módot csak végszükség esetén alkalmazzuk, mert adatvesztést okozhat.

Amint említettük, az operációs rendszer egyik fő feladata a programok futtatása. A memóriába betöltött, futás állapotában lévő programot *taszk*nak nevezik. (Hasonló értelemben használatos a *munkafolyamat,* angolul *process* vagy *job* kifejezés.) A taszkot az operációs rendszer indítja, és futását felügyeli. Az operációs rendszer szemszögéből a taszk egy *elvégzendő feladat*, innen az elnevezés (a *task* angol szó, jelentése *feladat*).

*Multiprogramozás*ról (vagy *multitasking*ról) akkor beszélünk, ha az operációs rendszer több program (taszk) egyidejű futtatását végzi. Mivel egy számítógépnek általában csak egy processzora van, ezért több programot „egyidejűleg" úgy tud végrehajtani, hogy felváltva dolgozik rajtuk. Ezt a megoldást *időosztás*nak (angolul *time-sharing*) nevezik: minden program egy fix időszeletet (például 0,01 sec) kap, ha ez letelt, az operációs rendszer megszakítja a futását, és a soron következő programnak adja át a vezérlést. Az egyszerre futtatott programok ciklikusan ismételve kerülnek sorra. Mivel a processzor igen gyors, ez a megoldás a programok egyidejű futásának illúzióját kelti.

Multiprogramozásnál a memóriaigény tág határok között változhat. Ha egyszerre csak egy programot futtatunk, akkor kevés memória is elég lehet, míg párhuzamosan futtatott 8–10 program esetén mindegyiknek a memóriában kell lennie, ami jelentősen megnöveli a tárigényt. Ugyanakkor lehet, hogy a párhuzamosan futtatott programok többsége csak várakozik, fölöslegesen foglalja a memóriát. Ezek a problémák vezettek a virtuális tárkezelés elvének kidolgozásához.

*Virtuális tárkezelés*en azt a mechanizmust értjük, amely lehetővé teszi, hogy a programok a ténylegesen létező hardvermemóriánál jóval nagyobb *virtuális memóriát* használjanak. A virtuális memória egy része a hardvertárnak felel meg, a többi merevlemezen, úgynevezett *lapozófájl (swap file)* formájában tárolódik. Például, ha 256 Mbájt hardvermemória és 400 Mbájt lapozófájl áll rendelkezésre, akkor összességében 656 Mbájt virtuális memóriával dolgozhatunk. A virtuális tárkezelésnek köszönhetően az operációs rendszerek ritkán adnak „Kevés a memória" típusú hibajelzést, viszont működésük számottevően lelassulhat, ha sok, nagy tárigényű programot futtatunk egyidejűleg.

*Többfelhasználós operációs rendszer*ről beszélünk, ha az lehetővé teszi egyazon gépen több személy – egyidejű vagy időben egymás utáni – biztonságos munkáját. Ehhez alapvetően két dolog szükséges:

– *multiprogramozás* megvalósítása időosztással;

– széles körű *védelem*, azaz minden felhasználó csak a részére meghatározott adatokhoz, programokhoz férhet hozzá.

Például, adott felhasználó adott fájllal kapcsolatban általában háromféle jogosultsággal rendelkezhet:

– *Olvasási jog:* a fájl tartalmát megnézheti, felhasználhatja, de nem módosíthatja.

– *Írási jog:* a fájl tartalmát nem csak megnézheti, hanem módosíthatja, sőt a fájlt akár törölheti is.

– *Futtatási jog:* amennyiben a fájl programot tartalmaz, azt a felhasználó futtathatja.

Az is lehetséges, hogy egy felhasználó adott fájllal kapcsolatban egyetlen joggal sem rendelkezik. Sőt, egész alkönyvtárakat lehet eltakarni illetéktelenek elől úgy, hogy azoknak még a létezéséről se tudjanak.

A szükséges védelmet a rendszer csak úgy tudja biztosítani, hogy a gép minden használóról

külön nyilvántartást vezet. Ennek alapja a nyilvános *felhasználói azonosító* (angolul *user identifier* vagy röviden *userid*) és a titkos *jelszó* (angolul *password*). A jogosultságok könnyebb kezelése érdekében a felhasználók *csoportok*ba szervezhetők. Egy vállalat esetén például definiálható a vezetők, az ügyintézők és az ügyfelek csoportja, amely csoportokhoz különféle jogosultságok rendelhetők.

Ahhoz, hogy egy többfelhasználós rendszert használni tudjunk, először szert kell tennünk egy érvényes felhasználói azonosítóra és jelszóra az adott gépen. Ezt a gép *rendszergazdája* tudja létrehozni. Szintén ő tud segíteni, ha jelszavunkat elfelejtettük: a rendszergazda ugyan nem ismeri jelszavunkat, de joga van újat adni.

1.5.3. Windows alapismeretek

A különféle Windows operációs rendszerek a Microsoft cég termékei, főbb változatok:

– *Windows 3.1:* a DOS operációs rendszerre épült rá, az 1990-es évek elején széles körben használták, ma már elavult.

– Egyfelhasználós változatok: *Windows 95, Windows 98* és *Windows Millennium* (röviden *Windows ME*).

– Többfelhasználós változatok: *Windows NT, Windows 2000, Windows XP*, Windows 7 és Windows 8

Többfelhasználós rendszert csak felhasználói azonosító és jelszó megadása után lehet használni, általában *Alt+Ctrl+Del* billentyűkombináció lenyomásával lehet kezdeményezni a bejelentkezést. Egyfelhasználós környezetben bejelentkezésre elvileg nem lenne szükség. Mégis, a Windows egyfelhasználós változatai is lehetővé teszik, hogy a rendszer bizonyos erőforrásait (például hálózat) csak azonosító és jelszó megadásával lehessen elérni. Az ilyenkor megjelenő bejelentkező ablak azonban *Escape* leütésével megkerülhető, és maga a rendszer – a védett erőforrások kivételével – használható.

A Windows használatának befejeztével a gépet csak akkor lehet kikapcsolni, ha előzőleg *kiléptünk a rendszerből*. Ennek oka, hogy kikapcsolás előtt a Windowsnak bizonyos lezáró tevékenységeket el kell végeznie ahhoz, hogy legközelebb gond nélkül tudjon indulni. A kilépés a *Start* menü legalsó, *Leállítás (Shut Down)* menüpontjával történik. A rendszer alapképernyőképét *munkaasztal*nak *(desktop)* nevezik (lásd az ábrát). Ennek alján helyezkedik el az úgynevezett *tálca (taskbar)*, ha nem látható, vigyük az egeret a képernyő alsó szélére, és megjelenik. A tálca elemei:

– Bal szélen találjuk a *Start* nyomógombot, amely programok indítására szolgál.

– A középső terület az *aktuálisan futó programok* nyomógombjait tartalmazza. Amelyikre kattintunk, az a program lesz aktív.

– Jobb szélen helyezkedik el az *óra.* Ez utóbbi nem csak a pontos időt jelzi, hanem ha egérrel rámutatunk, akkor a napi dátum is megjelenik. Kettős kattintással a dátum és pontos idő beállítását lehetővé tevő párbeszédpanel jelenik meg.

A Windows XP kétféle *megjelenési stílusban* működtethető: klasszikus stílusban, amely a korábbi Windows változatokra hasonlít, és XP stílusban, amely újszerű grafikai megjelenést ad (1.5. - 4. ábra). A kétféle stílus közötti átkapcsolás a *Start* menüből a *Beállítások/Vezérlőpult/Megjelenítés* párbeszédpanelen lehetséges.

1.5. - 4. ábra. A Windows XP munkaasztala klasszikus nézetben, megnyitott helyi menüvel és almenüvel

A *munkaasztal*on a fontosabb objektumok *ikonjai* találhatók, amelyek kettős kattintással aktivizálhatók. (Objektumon érthetünk programot, fájlt vagy bármi mást, amit egy jól meghatározott egységként akarunk kezelni.)

Egy jellegzetes objektum a *Lomtár (Recycle Bin)*, amely egyfajta „papírkosár” szerepet tölt be. Ez egy olyan tárolóterület a merevlemezen, ahová a törölt fájlok kerülnek, és a *Lomtár* ikon segítségével szükség esetén még visszaállíthatók, vagy végérvényesen törölhetők.

A *Sajátgép (My Computer)* ikon segítségével gépkonfigurációnk felépítését tanulmányozhatjuk és módosíthatjuk (perifériák, meghajtóprogramok, mágneslemezek tartalma stb.).

A *Start/Beállítások (Settings)* menüpontból érjük el a *Vezérlőpult*ot *(Control Panel)*, amely a rendszer konfigurálására, működését befolyásoló paraméterek beállítására szolgál.

Az operációs rendszerhez tartozékként mellékelt fontosabb programokat általában a

Start/Programok/Kellékek (Start/Programs/Accessories) csoportban találjuk meg, de rendszerint az ikonjaik is szerepelnek a munkaasztalon; ezek a következők:

A *Jegyzettömb (Notepad)* egy egyszerű szövegszerkesztő program, amely csak formázatlan szövegfájlokat tud kezelni.

A *WordPad* a Windows szövegszerkesztője, amely már formázott szövegfájlokat kezel, de jóval kevesebb szolgáltatást nyújt, mint a külön megvásárolható Microsoft Word szövegszerkesztő.

A *Paint* rajzolóprogram segítségével színes, raszteres rajzokat készíthetünk – akár önálló felhasználásra, akár szöveges dokumentumba való beillesztés céljából.

A *Számológép (Calculator)* program egy zsebszámológép működését szimuláló alkalmazást indít.

A *Médialejátszó (Media Player)* hang- és videofájlok lejátszására alkalmas.

A *Parancssor* (régebbi Windows-változatoknál *MS-DOS Prompt*) segítségével parancsablakot nyithatunk, ahol az egykori DOS operációs rendszeréhez hasonló parancsokkal vezérelhetjük a Windowst, és DOS-alapú alkalmazásokat is futtathatunk.

A Windowsnál hangsúlyozni kell a *helyi menük* kiemelt szerepét. Szinte bármelyik képernyőobjektumra (Start gomb, tálca, ikon stb.) kattintunk a *jobb egérgombbal*, az illető objektumot kezelő menü jelenik meg, és itt rendszerint meg is találjuk azt a funkciót, amelyet éppen keresünk.

Fájlkezelés

A háttértárolón való adattárolás alapegysége a *fájl* (*file*, *állomány*). Méretét bájtokban (illetve Kbájtban, Mbájtban) adjuk meg. A fájlok hierarchikus struktúra, úgynevezett *fastruktúra* szerint helyezkednek el. Általában a teljes háttértároló alkotja a *főkönyvtárat (gyökérkönyvtárat)*, amely fájlokat és *alkönyvtárakat* tartalmazhat, minden alkönyvtárban további fájlok és alkönyvtárak lehetnek. Ez a struktúra úgy ágazik szét, mint egy fejjel lefelé fordított fa ágai, innen a fastruktúra elnevezés. A könyvtár szokásos angol elnevezése *directory*, az alkönyvtárat *subdirectory*nak nevezik. A *mappa* (angolul *folder*) elnevezés is lényegében az (al)könyvtár fogalmának felel meg.

Az egyes mágneslemezegységeket (meghajtókat) az elnevezések mellett az ábécé betűivel is azonosítja a Windows, a megfelelő betű után mindig kettőspontot írunk:

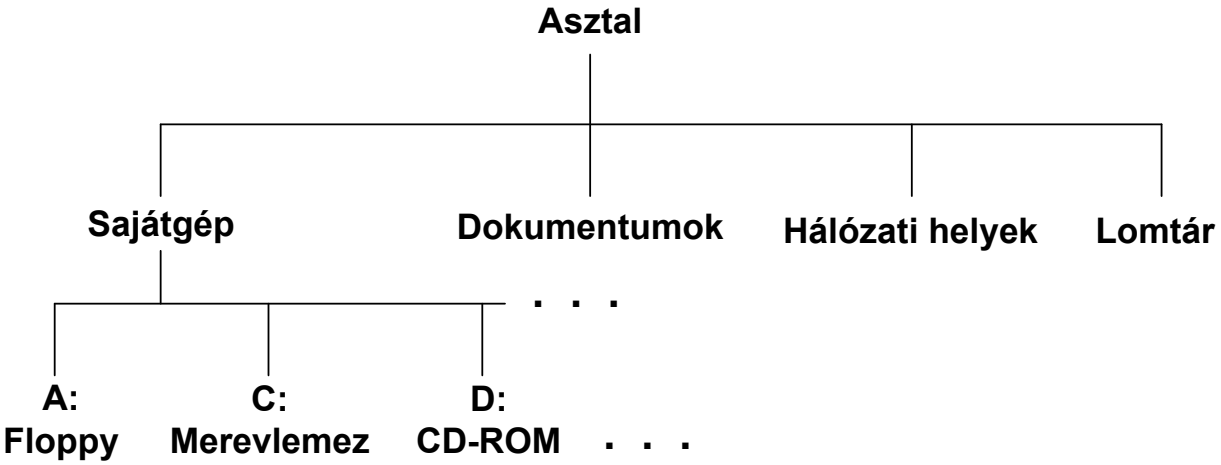
– `A:`, `B:` jelöli a floppy meghajtókat,

– `C:`, `D:`, `E:`,... a merevlemezegységek (és más kiegészítők, például CD-ROM) jele.

Fájlok elérési útvonalainak leírásánál fordított törtvonalat („\”) kell használni, például `\Szak\Jog`, bár a Windows többnyire a normál törtvonalat is elfogadja. Ha az útvonal másik meghajtóra hivatkozik, akkor annak betűjelével kell azt kezdeni: `D:\Szak\Jog`.

Az egyes meghajtók tényleges könyvtárstruktúrája fölé a Windows az 1.5. - 5. ábrán szemléltetett *virtuális könyvtárszerkezet*et épít: az `A:`, `B:`, `C:`,... meghajtókat a *Sajátgép (My computer)* virtuális mappa fogja össze, amely fölé a Windows képernyőt reprezentáló *Asztal*

(Desktop) kerül. Ebbe a virtuális szerkezetbe illeszkedik a *Dokumentumok (My Documents)* mappa (amely valójában egy közönséges alkönyvtár valamelyik meghajtón) és még más Windows objektumok.



1.5. - 5. ábra. A Windows virtuális könyvtárszerkezete

Windows alatt lényegében tetszőleges, legfeljebb 255 karakter hosszú fájlnevek használhatók, a fájlok neve két komponensből áll:

– *alapnév*ből, amely a fájl tartalmára utal;

– *kiterjesztés*ből, amely a fájl típusára utal. Például *doc* (= documentation) szöveget tartalmazó fájl, amely általában Microsoft Word szövegszerkesztővel készült; *txt* (= text) formázatlan szöveget tartalmaz; *exe* (= executable) gépi kódú programfájl.

Az alapnevet és kiterjesztést *pont* karakter választja el egymástól. Ha a fájlnév több pont karaktert tartalmaz, akkor az utolsó pont utáni rész tekintendő a kiterjesztésnek, például "`Kovács.válasz.doc`". A fájlnevekben ékezetes betűk, sőt szóköz karakterek is szerepelhetnek – ezeket azonban jobb kerülni, ha a fájlokat más környezetben is át akarjuk használni. A Windows látszólag megkülönbözteti a kis- és nagybetűket a fájlnevekben, de valójában nem tekinti különbözőnek azokat a fájlokat, amelyek csak ebben különböznek. Tehát például a `Szakdolgozat`, `SzakDolgozat` és `SZAKDOLGOZAT` fájlok valójában megegyeznek.

A Windows arra törekszik, hogy minden adatfájlhoz *társítsa* azt a programot, amely az illető fájlt kezelni képes. Ezzel lehetővé válik, hogy például egy fájlnévre kettőt kattintva automatikusan elinduljon az adott fájlt kezelő program. Az adatfájlok típusát a nevük kiterjesztéséből állapítja meg a rendszer, például a *.doc* kiterjesztésű fájlokhoz a Microsoft Word szövegszerkesztő tartozik. A fájlok és programok társítását a *Start/Beállítások/ Vezérlőpult/Mappa beállításai/Fájltípusok* helyen lehet megnézni és módosítani.

Szintén a *Mappa beállításai* párbeszédpanelen, a *Nézet* lapon találunk számos fontos kapcsolót, amelyek a fájlkezelést befolyásolják. Ilyen például az *Ismert fájltípusok kiterjesztésének elrejtése* kapcsoló, amelyet ha bebillentünk, a társított fájlok kiterjesztése nem fog megjelenni az

alkalmazásokban. (Általában azonban jobb, ha látjuk a kiterjesztéseket.)

Lényeges különbség van az egy- és többfelhasználós Windows-változatok fájlrendszere között:

– Az egyfelhasználós rendszerek az úgynevezett FAT fájlrendszert használják, itt a fájlokhoz felhasználói jogosultságok nem rendelhetők.

– A többfelhasználós változatok elsősorban NTFS fájlrendszert használnak (NT File System), de FAT rendszer kezelésére is képesek. NTFS rendszerben az egyes fájlokhoz és mappákhoz különféle felhasználói jogok tartoznak, amelyek a következőképp tekinthetők meg: a Windows Intézőben (lásd alább) válasszuk ki a kérdéses fájlt, majd az egér jobb gombjára megjelenő helyi menüből válasszuk a *Tulajdonságok/Biztonság* pontot.

Egy merevlemez-partíció vagy csak FAT, vagy csak NTFS fájlrendszert tartalmazhat, különböző partíciókon azonban lehetnek eltérő fájlrendszerek.

A Windows saját fájlkezelő programja az *Intéző (Explorer)*. A program kettéosztott ablakkal dolgozik: bal oldalon a könyvtárstruktúrát, jobb oldalon pedig az aktuális mappa tartalmát mutatja, amint az 1.5. - 6. ábrán látható. Ha a bal oldalon egy mappára kattintunk, akkor ennek tartalma jelenik meg a jobb oldalon. Ha egy mappa további mappákat tartalmaz, neve előtt kis négyzetben „+” vagy „–” jel látható. Ez a *kibontásjelző:* ha rákattintunk, „+” esetén megjelennek a tartalmazott mappák, „–” esetén eltűnnek. Az eszköztár fontosabb funkciói:

– A „Vissza” gombbal az utoljára megjelenített állapot(ok)hoz térhetünk vissza.

– Az „Előre” gombbal egy korábbi állapotról a későbbire léphetünk.

– A „Fel” gombbal a könyvtárstruktúrában egy szinttel feljebb lehet lépni.

– Az eszköztár jobb szélén elhelyezett „Nézetek” gombbal a fájlok megjelenési formája állítható be *(*például *Ikonok, Lista* vagy *Részletek)*. „Részletek” nézetben a fájlokat az ablak tetején megjelenő nyomógombokkal rendezhetjük név, méret, típus vagy módosítás dátuma szerint.

A fájlműveletek mindig a kijelölt fájlra (illetve fájlcsoportra, mappákra) érvényesek. Egérrel egyszerre több fájl is kijelölhető, ha a *Shift* billentyűt lenyomva tartjuk. Ha nem összefüggő csoportot kell kijelölni, akkor a *Ctrl* billentyű használható. A fontosabb fájlműveletek a következők:

– *Fájl mozgatása* a legegyszerűbben egérrel végezhető: az Intéző jobb oldali ablakában kijelölünk egy fájlt (vagy fájlcsoportot), és a bal oldali ablakba a kiszemelt mappához mozgatjuk. Ilyenkor a fájl átkerül az új mappába, az eredeti helyen eltűnik.

– *Fájl másolása* hasonlóan történik, de ehhez a *Ctrl* billentyűt lenyomva kell tartani. Ekkor a fájlról másolat készül az új helyen, és az eredeti példány is megmarad.

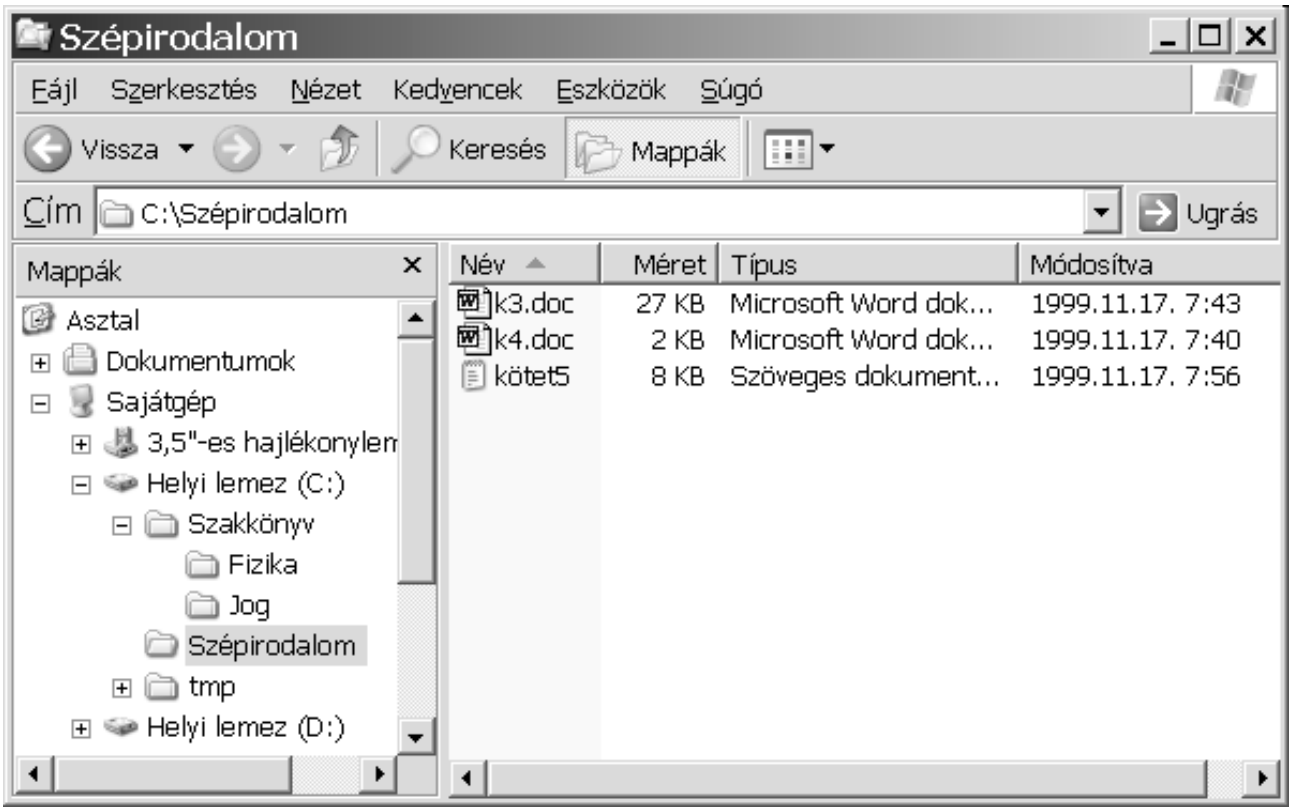
– *Átnevezés*hez elég, ha a kijelölt fájl nevére újból rákattintunk. (Tehát kettős kattintás helyett két külön kattintásról van szó.) Ekkor a fájlnév adatbeviteli mezővé változik, és az új név egyszerűen begépelhető.

– *Fájl törléséhez* üssük le a *Del* billentyűt, vagy kattintsunk a jobb egérgombbal a fájlra, és az

előjövő helyi menüben válasszuk a *Törlés* parancsot.

– *Mappa létrehozásához* kattintsunk a jobb oldali ablak üres területére, majd a megjelenő helyi menüben válasszuk az */Új/Mappa (New/Folder)* pontot. A létrejövő „Új mappa” nevű alkönyvtár tetszés szerint átnevezhető.

Ha egy programfájlra *Enter*t ütünk vagy kettőt kattintunk, akkor az adott program elindul. Ha nem programfájllal tesszük ugyanezt, akkor a fájlhoz társított alkalmazás indul el: például szövegfájl esetén a megfelelő szövegszerkesztő jön be, és behozza a kiválasztott fájlt.



1.5. - 6. ábra. A Windows Intéző ablaka „Részletek” nézetben

Programok futtatása

A Windows *végrehajtható fájl*oknak (programfájloknak) tekinti az alábbi típusokat:

– *.com* kiterjesztésű fájl (a *command* szó rövidítése): kis méretű, bináris (gépi kódú) programot tartalmaz.

– *.exe* kiterjesztésű fájl (az *execute* szóból): tetszőleges méretű, bináris (gépi kódú) programot tartalmaz.

– *.bat* kiterjesztésű fájl (a *batch* rövidítése): szövegfájl, amely operációs rendszer parancsok sorozatát tartalmazza.

Egy komplex program rendszerint nem egyetlen fájlból áll, futtatásához még számos további fájl szükséges. Ezeket együtt *Windows-alkalmazás*nak nevezzük. Minden alkalmazásnál van

azonban egy *indítófájl*, amellyel annak futása kezdeményezhető. Az alkalmazások általában a *Program Files* mappába kerülnek telepítésre. Programok (alkalmazások) indítása többféleképp lehetséges:

– A *Start* gombra kattintunk, válasszuk a *Minden program* menüpontot, a kiválasztott program nevére (egyszer) kattintva a program elindul.

– Ha az alkalmazás *parancsikon*ja *(shortcut)* szerepel a munkaasztalon, akkor erre kettőt kattintva is indítható.

– Program indítására a *Start/Futtatás (Start/Run)* menüpont is használható, ahol a megfelelő indítófájl nevét kell (elérési útvonallal) beírni.

– Ha az Intézőben egy programfájl nevére *Enter*t ütünk, a program elindul.

Az asztalra parancsikont felvenni a következőképp lehet. Jobb egérgombbal kattintsunk az asztal üres területére, a megjelenő helyi menüben válasszuk az *Új/Parancsikon* menüpontot (lásd a munkaasztal ábrát), és adjuk meg a megfelelő indítófájl nevét elérési útvonallal. Ha a Start menüből szeretnénk egy programot áthelyezni az asztalra, ezt egyszerűen az egérrel átmozgathatjuk. Ha azt szeretnénk, hogy a program a Start menüben is megmaradjon, akkor mozgatás közben tartsuk lenyomva a *Ctrl* billentyűt!

Ha egyszerre több programot futtatunk (multiprogramozás), a tálcán nyomógombok formájában láthatjuk az aktuálisan futó taszkok neveit. A taszkok közötti váltás a következő módszerekkel történhet:

– A kívánt program ablakára kattintunk.

– A tálcán egérrel a kívánt taszk gombjára kattintunk.

– Az *Alt+Tab* billentyűkombinációval a soron következő taszkra térhetünk át.

Egy alkalmazás bezárásához kattintsunk az ablakának jobb felső sarkán lévő **X** gombra. Ha a _ gombra kattintunk, az ablak eltűnik, de az alkalmazás tovább fut, a neki megfelelő nyomógomb a tálcán megmarad. Ha a tálcán erre a gombra kattintunk, az alkalmazás ablaka ismét megjelenik. Végül a □ gombra kattintva az alkalmazás ablaka maximális méretű lesz.

Ha egy program lefagy, futásának megszakítására az *Alt+Ctrl+Del* kombináció használható. Ilyenkor a rendszer lehetővé teszi az éppen futó program (taszk) megszakítását, ennek módja Windows-változatonként különböző.

A vágólap

Futó alkalmazások közötti (vagy egy alkalmazáson belüli) adatcsere támogatására szolgál a *vágólap (clipboard).* Ez egy közös munkaterület a memóriában, ahová bármely alkalmazás írhat, és amelyet bármely alkalmazás olvasni tudja. A különféle alkalmazások a vágólapot egységesen kezelik a *Szerkesztés (Edit)* menüben:

– *Kivágás (Cut)* vagy *Ctrl+X* hatására az aktuális objektum (fájl, szövegrész stb.) törlődik az éppen szerkesztett dokumentumból, és a vágólapra kerül.

– *Másolás (Copy)* vagy *Ctrl+C* hatására az aktuális objektumot a vágólapra másolja a rendszer, de nem törli az éppen szerkesztett dokumentumból.

– *Beillesztés (Paste)* vagy *Ctrl+V* segítségével a vágólap tartalmát beszúrhatjuk az aktuális dokumentumba.

1.5.4. Számítógép-hálózatok

Ha több számítógépet elektronikusan összekapcsolnak, azok *számítógép-hálózat*ot alkotnak. Az összekapcsolt gépek egymással folyamatos információcserét végezhetnek, ezáltal minőségileg új szolgáltatásokat képesek nyújtani.

A hálózatba kapcsolt gépek hardver és szoftver tekintetében erősen különbözők is lehetnek. Zavartalan együttműködésüket biztosítják az úgynevezett *hálózati protokoll*ok, amelyek egyfajta *kommunikációs szabályrendszer*t valósítanak meg. (A protokoll szó hétköznapi értelme is valami hasonló.) Ha az összekapcsolt gépek mindegyike az előírt protokoll szerint adja és veszi az üzeneteket, akkor alapvetően különböző gépek (például Windows alapú PC-k és Unix alapú szerverek) is zavartalanul együtt tudnak működni.

A hálózatba kapcsolt gépek lehetnek egyenrangúak, ilyenkor *peer-to-peer* hálózatról beszélünk. Gyakoribb azonban a *szerver–kliens* hálózat, ahol vannak kiszolgáló *(szerver)* gépek, és szolgáltatásokat igénybe vevő *(kliens)* gépek. Általában a nagyobb teljesítményű gépek látnak el szerver funkciót, és a kisebb teljesítményűek a kliensek. Az áthidalt távolság tekintetében két fő hálózattípus van:

– *Lokális hálózat (= LAN = Local Area Network)* esetén az összekapcsolt gépek legfeljebb néhány 100 méter távolságra vannak egymástól, többnyire egy épületen belül.

– *Távolsági hálózat (= WAN = Wide Area Network)* esetén az összekapcsolt gépek tetszőlegesen nagy távolságra lehetnek, különböző városokban, országokban, sőt különböző kontinenseken.

A legnagyobb, az egész világot átfogó, egységes elveken felépülő távolsági hálózat az *internet*. Ha egy cég az internet eszközrendszerével saját, belső hálózatot épít ki, akkor *intranet*ről beszélünk. Ez lehet lokális, de távolsági hálózat is, ha a cég telephelyei például különböző városokban vannak.

Ha számítógépünk eredetileg nem hálózati alkalmazásra készült, akkor egy *hálózati csatolókártyát* kell a gépbe helyezni, erre kapcsolódik kívülről a hálózati kábel. A kommunikáció általában koaxiális, sodort érpáras (UTP = Unshielded Twisted Pair) vagy optikai kábelen történik, de nagyobb távolságokon akár műholdas kapcsolatot is alkalmazhatnak. A hálózati kapcsolódáshoz rendszerint egy speciális jelátalakító eszköz, úgynevezett *modem* (= modulátor-demodulátor) is szükséges, amely a számítógép digitális jeleit a hálózati vonal jellegének megfelelően átalakítja.

A hálózatba kapcsolt gépeknek egymást valamilyen módon azonosítaniuk kell, ezért minden gép *egyedi azonosítóval* rendelkezik.

A hálózati kapcsolatok kezelésére további, speciális hardvereszközök szolgálnak:
– *Hub:* illesztést és elágaztatást biztosító egység.
– *Repeater (jelerősítő):* a távolság miatt gyengülő, torzuló jelek erősítését és helyreállítását végzi.
– *Bridge (híd):* különböző protokollok alapján működő hálózatok összekapcsolását teszi lehetővé.
– *Switch (kapcsoló):* a hozzá kapcsolt csatlakozási pontok között létesít kapcsolatot.
– *Router (útvonalválasztó):* intelligens eszköz, amely a hálózaton áramló adatcsomagok útvonalát határozza meg.
– *Gateway (átjáró):* olyan gép, ill. szolgáltatás, amely különböző hálózatok között biztosít kapcsolatot, átjárási lehetőséget.

A gépek összekapcsolási struktúrájának biztosítani kell, hogy bármely gép bármely géppel adatot tudjon cserélni – közvetlenül vagy más gépeken keresztül. Néhány jellemző megoldás:

– *Sínhálózat* esetén a gépek egy mindkét végén elektromosan lezárt, közös vonalra csatlakoznak.

– *Gyűrűs elrendezés* alkalmazásakor a gépek egy kör mentén vannak felfűzve. Az információ géptől gépig áramlik.

– *Csillaghálózat* esetén egy központi kapcsolóhoz (esetleg egy központi szerverhez) csatlakoznak a gépek.

– *Fastruktúra* esetén a gépek hierarchiát alkotnak.

A hálózati kommunikáció módja többféle lehet:

– *Üzenetszórás (broadcasting)* esetén az egyik gép által kibocsátott üzenetet a hálózatra kapcsolt valamennyi gép megkapja, de csak a címzett gép dolgozza fel. Ez azért lehetséges, mert minden kibocsátott üzenet tartalmazza a címzett gép azonosítóját. Az üzenetszórást általában lokális sínhálózatoknál alkalmazzák, legelterjedtebb típusa az *Ethernet*.

– *Vonalkapcsolt kommunikáció*t valósít meg a telefonhálózat (akkor is, ha ezt történetesen számítógépes kommunikációra használjuk). Itt először kapcsolatteremtés történik az adó- és fogadóállomás között több csomóponton (kapcsoló központon) keresztül, csak ezután kezdődhet a kommunikáció. Amíg a kommunikáció tart, valamennyi érintett csomópont foglalt, viszont az adó- és fogadóállomás között közvetlen kapcsolat áll fenn.

– *Csomagkapcsolt hálózat*nál csomóponttól csomópontig üzenetcsomagokat küld a rendszer. Egy üzenet egy-egy csomópontban várakozásra kényszerülhet, amíg a következő vonalszakasz fel nem szabadul. A módszer előnye: az üzenet azonnal indulhat az adó állomásról, amint az első vonalszakasz felszabadul, nem kell megvárni a teljes útvonal szabaddá válását. Az üzenet viszont bizonyos késéssel érkezhet a célállomásra, ha sok csomóponton kell keresztül haladnia. (A csomagkapcsolt hálózat a vasúti forgalomra hasonlít: vonatok közlekednek állomástól állomásig, és egy állomáson várakoznak addig, amíg a következő vonalszakasz fel nem szabadul.) A számítógépes kommunikáció, így az internet is, természeténél fogva elsősorban csomagkapcsolt elven működik.

Otthoni gépek internetre kapcsolásánál rendszerint a *meglévő kábelhálózatot (telefon, kábeltévé)* használják. Mivel ez az infrastruktúra eredetileg nem számítógépes kommunikációra készült, a hálózati kapcsolódáshoz *modem* szükséges.

Az otthoni internetezés legrégibb módja a *kapcsolt telefonvonalas (dial-up)* csatlakozás. Itt a modem segítségével telefonvonalon teremtünk kapcsolatot valamely internetszolgáltató cég szerverével: a számítógép „tárcsázza" a megfelelő telefonszámot, és ha a vonal túlsó végén szintén modem dolgozik, a kapcsolat létrejön. Természetesen a számítógépes kommunikáció ideje alatt a vonal beszélgetésre nem használható. Ekkor gépünktől az internetszolgáltatóig vonalkapcsolt, magán az interneten pedig már csomagkapcsolt kommunikáció működik.

Hatékonyabb telefonvonalas kommunikációt tesz lehetővé az *ISDN (Integrated Services Digital Network)*. Ennek lényege, hogy a hagyományos analóg telefonvonalat digitálissá alakítják (ehhez nem kell magát a vezetéket cserélni, csak a két végére kell speciális illesztőegységeket telepíteni). Az ISDN több független digitális csatornát szolgál ki egyetlen vezetéken, így telefonálás és internetezés egyidejűleg történhet, az adatátvitel pedig gyorsabb és megbízhatóbb, mint az analóg csatorna esetén. Egy szokásos ISDN vonal 2+1 csatornás, ahol két csatorna használható adatátvitelre, egy pedig a szolgáltatás működéséhez szükséges. Céges használatra 30+2 csatornás változat is elérhető.

A telefonvonal „digitalizálásának" másik módja az *ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)*, amely a vonalat rendkívül gyors, nagy sávszélességű digitális vonallá alakítja át. Az elnevezésben szereplő *aszimmetria* az adatkommunikáció két irányának eltérő sebességére utal: mivel a felhasználók általában letöltenek az internetről, és csak ritkán küldenek információt a világháló felé, ezért az előbbi sokkal gyorsabb. A szolgáltatás havidíja a forgalomtól független.

Kábeltévé-hálózatra épül a *DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification)* technológia, amely az ADSL-hez hasonlóan nagy sávszélességű internetkapcsolatot biztosít fix havidíj fejében. Az internethasználat és a televíziózás egyidejűleg történhet.

A hálózati szoftverek szolgáltatásai többé-kevésbé függetlenek attól, hogy a hardverkapcsolat milyen módon valósul meg az egyes gépek között, illetve attól, hogy lokális vagy távolsági hálózatról van szó. Leggyakrabban a következő szolgáltatásokkal találkozunk:

– *Fájlok átvitele* lehetséges egyik gépről a másikra. Ilyen feladatot lát el például az *ftp* szoftver, de a fájlátvitel speciális formájának tekinthető az *elektronikus levelezés* vagy a *számítógépes faxküldés* is.

– *Távoli háttértár elérése* esetén általában az egyik gép (szerver) mágneslemezének egy alkönyvtárát más gépek (kliensek) saját mágneslemezükként használják. Ezt a virtuális lemezegységet *hálózati meghajtó*nak szokták nevezni, és vele éppen úgy lehet dolgozni, mint ha az adott gépbe lenne beépítve, csupán bizonyos sebességcsökkenés lép fel a hálózati vonal áteresztő képességétől függően.

– *Távoli hardvereszköz elérése.* Gyakran alkalmazott megoldás, hogy több, hálózatba kötött gép egy közös nyomtatót használ. Ilyenkor bármely gépről végezhető nyomtatás, úgy, mint ha a

nyomtató közvetlenül az adott géphez lenne csatlakoztatva. Ha különböző gépekről egyidejűleg kezdeményeznek nyomtatást, a rendszer egyik kérést sem utasítja vissza, hanem sorban egymás után szolgálja ki azokat a nyomtató.

– *Távoli gépre bejelentkezés*. Ez a terminálkezelő szoftverek alapvető szolgáltatása (hisz a terminálok alkalmazói program futtatására nem használhatók). A saját gépen (vagy terminálon) futó szoftver segítségével kapcsolatot teremtünk egy távoli géppel, bejelentkezünk annak (többfelhasználós) operációs rendszerébe, és ettől kezdve a távoli gépen dolgozunk. Ez azt jelenti, hogy a távoli gépen futtatunk programokat úgy, mint ha a távoli gép előtt ülnénk. Ha a gép valóban távoli (például a tengerentúlon van), akkor a munka meglehetősen lelassulhat, ugyanis minden egyes begépelt parancsnak és minden képernyőre kiírt üzenetnek kontinensek közötti távolságot kell megjárnia. Távoli gépen bejelentkezésre szolgál a *telnet* program, és annak biztonságos (kódolt) változata, az *ssh*.

A fenti szolgáltatások mindegyike úgy valósul meg, hogy egy saját gépen futó program együttműködik egy, a távoli gépen futó programmal. A különféle hardver-szoftver platformok és protokollok világában az *OSI-modell* (Open System Interconnection) teremt rendet, amely 7 egymásra épülő réteget definiál. Minden réteg a magasabb szintű réteg számára nyújt szolgáltatást, és az alacsonyabb szintű réteg szolgáltatásait veszi igénybe. (Az OSI-szabvány valójában csak ajánlás, amelytől az egyes protokollok kisebb mértékben eltérhetnek.) Az OSI-rétegek a következők:

1. Fizikai réteg: az adatátviteli közeget ténylegesen működtető funkciók és eszközök, például modem vagy jelerősítő.

2. Adatkapcsolati réteg: a kapcsolatfelépítés, -tartás és -bontás irányítása, eltérő fizikai elven működő részhálózatok összekapcsolása.

3. Hálózati réteg: a hálózatban történő útvonalválasztást és az adatok célba juttatását biztosítja.

4. Szállítási réteg: az adatcsomag feladását és a kapott válasz fogadását kezeli, az adatok sorrendhelyes átviteléért felelős.

5. Viszony réteg: a hálózatban szereplő logikai nevek és fizikai címek egymáshoz rendelését végzi.

6. Megjelenítési réteg: definiálja az alkalmazói program adatstruktúráját, végrehajtja az átvitelhez szükséges konverziókat (például tömörítés, titkosítás).

7. Alkalmazási réteg: a felhasználói programok számára hozzáférhetővé teszi a hálózati szolgáltatásokat.

1.6. ADATBÁZISOK

Az első számítógépeket matematikai feladatok megoldására készítették, de már az 1960-as évek elejétől a számítógépes alkalmazások nagyobbik részét az adatfeldolgozás tette ki. Kezdetben egyedi programok készültek az egyes vállalatoknál a munkaügyi, termelési, stb. adatok nyilvántartására. A tömeges alkalmazási igény azonban kikényszerítette az adatformátumok szabványosítását, és általános célú adatbázis-kezelő szoftverek kifejlesztését.

Adatok *gépi kezelés*ére többféle eszköz is alkalmas lehet:

1. Szövegszerkesztő program. Tegyük fel például, hogy egy vállalat dolgozóinak önéletrajzát tároljuk egy szövegfájlon. Ebben a fájlban rá lehet keresni adott névre, lakcímre, lehet csoportosítani vállalati osztályok szerint (vázlatszint). Ugyanakkor probléma lekérni például azon dolgozók listáját, akik 1960 és 1970 között születtek.

2. Hypertext (web). A hivatkozások (linkek) segítségével fájlon belül és fájlok között is komplex kapcsolatok alakíthatók ki (lásd még a HTML és XML egyéb lehetőségeit).

3. Táblázatkezelő program (például Excel). Itt a fontosabb életrajzi adatok (név, lakcím, születési dátum, iskolai végzettség) már elkülönítve tárolhatók, és számos lekérdezési lehetőség van. Viszont sokféle adat közötti bonyolult kapcsolatrendszert, nagy adathalmazok hatékony és biztonságos kezelését nem támogatják a táblázatkezelők.

4. Adatbázis-kezelő rendszer (DBMS = Database Management System). A nyilvántartás valamilyen *adatmodell*re épül, amely komplex kapcsolatrendszer kézbentartását is lehetővé teszi. Az adatbázis-kezelő rendszerek kimondottan nagy adatmennyiség hatékony és biztonságos kezelését támogatják, a továbbiakban elsősorban ezzel a megközelítéssel foglalkozunk.

A DBMS fő feladatai:

- az adatstruktúra (adatbázisséma) definiálása,
- adatok aktualizálása (új felvétel, törlés, módosítás),
- lekérdezési lehetőségek (ilyenkor csak olvassuk az adatbázist),
- fejlesztő környezet biztosítása célalkalmazások létrehozásához. A gyakorlatban használt ügyviteli, készletgazdálkodási, bérszámfejtő stb. programok rendszerint valamely DBMS-re épülő célalkalmazások.

Egy *adatbázis-alkalmazás*nál három réteget különböztethetünk meg:

1. Felhasználói felület: amit a képernyőn látunk. Előállításáról egy célalkalmazásként készített program gondoskodik.

2. Adatmodell (logikai adatstuktúra): a célalkalmazás fejlesztői dolgozzák ki, és ebben gondolkodnak munkájuk során.

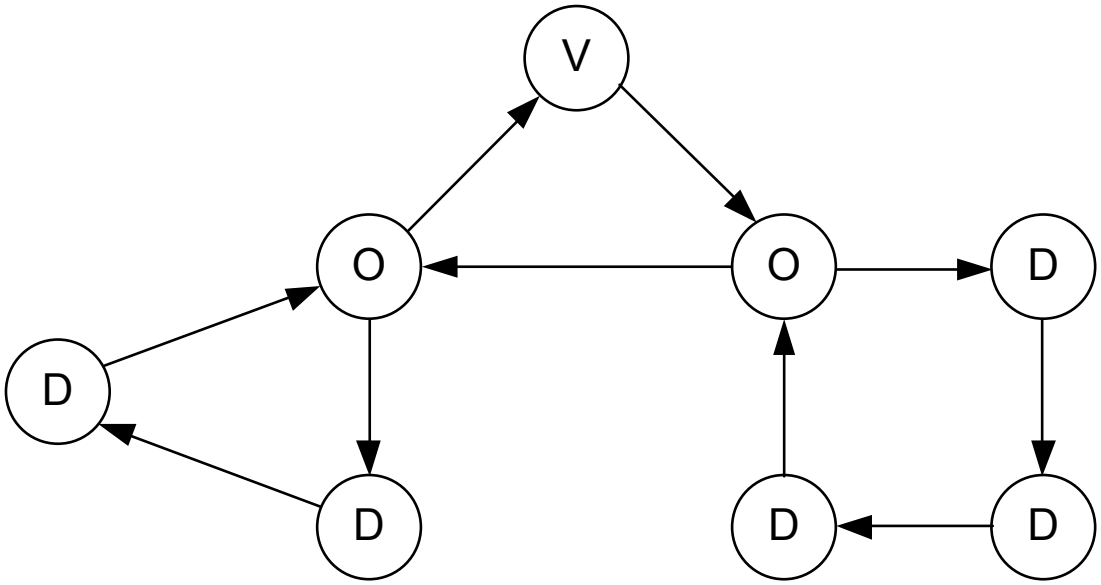
3. Fizikai adatstruktúra: kezelését a DBMS végzi.

1.6.1. Adatmodellek áttekintése

Az adatbázis-kezelés fejlődése során többféle adatmodellt dolgoztak ki, ezeket tekintjük át alább.

Hierarchikus modell: a rekordok fastruktúra-szerű hierarchiába rendezettek (például vállalat, főosztályok, osztályok, dolgozók). A feldolgozás fabejáró és egyéb fastruktúra-kezelő algoritmusok segítségével történik. A hierarchikus modellnek ma már csak történeti jelentősége van.

Hálós modell (1961-től): a rekordok pointerekkel kapcsolódnak egymáshoz. A pointerek ciklikusan körbefutnak egy összetartozó rekordcsoporton, egy ilyen csoportot *set*nek neveznek. Egy set mindig egy "szülő" és több "gyermek" rekordot tartalmaz (például set lehet egy vállalati osztály és a dolgozói, lásd az 1.6. - 1. ábrát). A hálós modell ma már szintén csak történeti jelentőséggel bír.



1.6. - 1. ábra. Vállalati osztályok és dolgozók nyilvántartása hálós modellben (V: vállalat, O: osztály, D: dolgozó)

Relációs modell (1970-től): az adatok kétdimenziós táblákban tárolódnak, a rekordok közötti kapcsolatot pointerek helyett szintén táblázatok valósítják meg. A relációs modellre épülő adatbázis-kezelőket RDBMS-nek (Relational DBMS) nevezzük. Szabványos leíró/lekérdező nyelvük az SQL. A relációs modell jelenleg a legszélesebb körben használatos.

Objektumorientált modell (1990-es évek). Az objektumorientált programozási nyelvek (C++, Smalltalk) eszközrendszerével definiálja az adatbázis struktúráját. Leíró nyelve az ODL, lekérdező nyelve az OQL. Az objektumorientált modellre épülő adatbázis-kezelő rendszereket OODBMS-nek nevezzük (Object Oriented DBMS). Ezek fejlesztő nyelve általában C++ vagy Smalltalk. Az OODBMS rendszerek a gyakorlatban nem terjedtek el, mivel alkalmazásukkal elvesztettük volna a relációs modell számos előnyét.

Objektum-relációs modell: a relációs modell bővítése objektumorientált lehetőségekkel, az erre épülő rendszereket ORDBMS-nek nevezzük (Object Relational DBMS). Ezek megtartják a relációs modell előnyeit és széles körben használatosak (például Oracle, PostgreSQL).

1.6.2. Az egyed–kapcsolat modell

Az adatbázis tervezésének első lépéseként modellezni kell a vizsgált jelenségkört. Mielőtt a fenti adatmodellek valamelyikét alkalmaznánk, valamilyen szemléletes, diagramra épülő eszköz

alkalmazása célszerű – ilyen az egyed-kapcsolat modell.

Tegyük fel, hogy egy *könyvtár kölcsönzési adminisztrációját* szeretnénk adatbázissal megoldani. Ehhez nyilvántartást kell vezetni

– a könyvekről,

– az olvasókról,

– a kikölcsönzési és visszahozási időpontokról.

A modell megalkotásához néhány alapfogalmat meg kell ismernünk.

*Egyed*nek vagy *entitás*nak nevezünk egy, a valós világban létező dolgot, amit tulajdonságokkal akarunk leírni. Esetünkben egyed lehet egy könyv a könyvtárban, illetve egy adott olvasó.

*Tulajdonság*nak vagy *attribútum*nak nevezzük az egyed egy jellemzőjét. Például a könyv, mint egyed legfontosabb tulajdonságai a címe és a szerző neve.

A tulajdonságokat úgy célszerű megválasztani, hogy azok egyértelműen meghatározzák az egyedet. Mivel adott szerző adott című könyve több kiadásban is megjelenhet, sőt adott kiadásból is több példány lehet a könyvtárban, így minden könyvhöz egy egyedi azonosítót, *könyvszámot* (könyvtári számot) célszerű felvenni. Ekkor a „könyv” egyed tulajdonságai: *könyvszám, szerző, cím*. Azt a tulajdonságot (vagy tulajdonságok együttesét), amely egyértelműen meghatározza az egyedet, *kulcs*nak nevezzük. Példánkban tehát a „könyv” egyed kulcsa a *könyvszám*.

Könyvtári nyilvántartásunk azonban ezzel még nincs kész. A „könyv” és „olvasó” egyedek között ugyanis egy sajátos *kapcsolat* léphet fel, amelyet *kölcsönzés*nek nevezünk. Ezen kapcsolathoz a kivétel és visszahozás időpontját rendelhetjük tulajdonságként.

A valós világ jelenségeit egyedekkel, tulajdonságokkal és kapcsolatokkal leíró modellt *egyed–kapcsolat modell*nek (röviden *E–K modell*nek), az ezt ábrázoló (1.6. - 2. ábra) diagramot *E–K diagram*nak nevezik. (Az angol *entity–relationship model* elnevezés alapján az *E–R modell* és *E–R diagram* rövidítés is használatos.) Az E–K diagramoknak sajátos jelölésrendszerük van (lásd az ábrát):

– az egyedeket téglalappal,

– a tulajdonságokat ellipszissel,

– a kapcsolatokat rombusszal szokták jelölni.

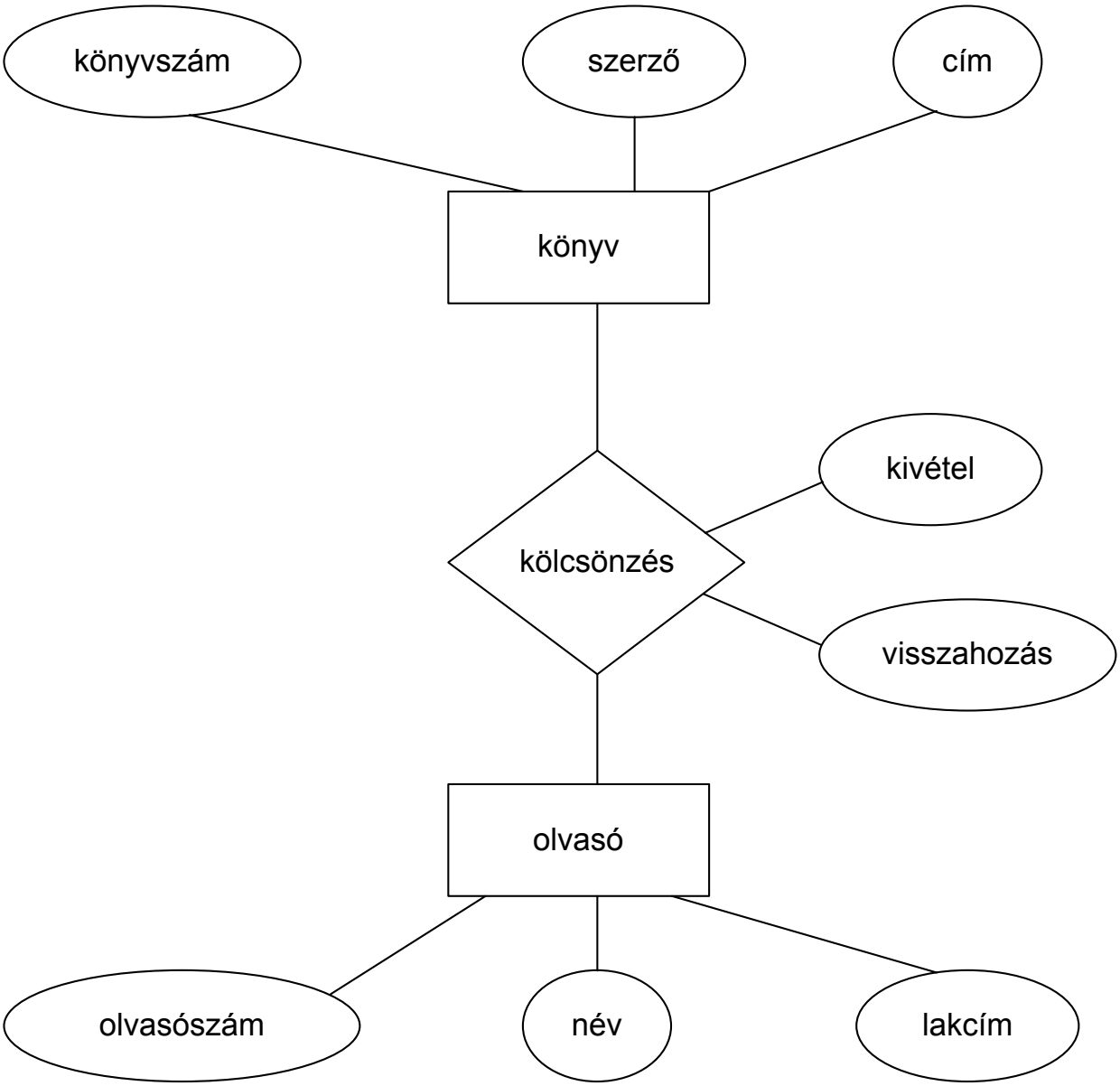
A kapcsolatoknak több változata van:

– *1:1 kapcsolat* (azaz *egy-az-egyhez* kapcsolat), amikor egy egyedpéldány mindig csak egy másik egyedpéldánnyal állhat kapcsolatban, és ez fordítva is igaz.

– *1:N kapcsolat* (azaz *egy-a-sokhoz* kapcsolat), amikor az egyik fajta egyed egy példányához több másik fajta egyedpéldány tartozhat, de ez fordítva már nem igaz.

– *N:M kapcsolat* (azaz *sok-a-sokhoz* kapcsolat), amikor mindkét fajta egyed példányaihoz tetszőleges számú másik fajta egyedpéldány tartozhat.

Ha feltesszük, hogy a könyvtáros egy olvasónak egyszerre több könyvet is kiadhat, de egy könyv egyszerre csak egy olvasónál lehet, akkor a könyv és olvasó egyedek között *N:1 kapcsolat* lép fel.



1.6. - 2. ábra. Könyvtári nyilvántartás E–K diagramja

Egy E–K modellt a hierarchikus, hálós, relációs és objektumorientált adatmodellek bármelyikére le lehet képezni. Tekintettel azonban arra, hogy a ma használatos számítógépes rendszerek nagy többsége a relációs adatmodellt alkalmazza, így a továbbiakban csak ennek a tárgyalására szorítkozunk.

1.6.3 A relációs adatmodell

A relációs adatmodellt 1970-ben definiálta E. F. Codd amerikai kutató, de gyakorlati alkalmazása csak az 1980-as években vált általánossá. Lényege, hogy *az* egyedeket, tulajdonságokat és kapcsolatokat egyaránt táblázatok, úgynevezett *adattáblák* segítségével adja meg.

Az adattábla, mint minden táblázat, sorokból és oszlopokból áll. Egy sorát *rekord*nak nevezzük, amely annyi *mező*ből áll, ahány oszlopa van a táblának. Egy mezőbe csak *elemi adat* (szám, korlátozott hosszúságú szöveg, dátum stb.) írható, vagyis halmazok, felsorolások, egyéb

összetett struktúrák nem alkalmazhatók. Ha egy mező értéke *definiálatlan*, ezt *Null* értéknek nevezzük. Több adattábla együttesen alkotja az *adatbázist*, amely egy teljes jelenségkör komplex leírására alkalmas.

Könyvtári nyilvántartásunk esetén a könyveket egy Könyv adattábla tartja nyilván, amely az alábbiak szerint épül fel:

Könyvszám	*Szerző*	*Cím*
1121	Sályi	Adatbázisok
3655	Radó	Világatlasz
2276	Karinthy	Így írtok ti
1782	Jókai	Aranyember

Az olvasók nyilvántartására egy Olvasó nevű adattábla szolgál:

Olvasószám	*Név*	*Lakcím*
122	Kiss István	Szeged, Virág u. 10.
612	Nagy Ágnes	Szentes, Petőfi út 38.
355	Tóth András	Budapest, Jég u. 3.

Kérdés azonban, hogy a „kölcsönzés” kapcsolatot hogyan írjuk le adattábla segítségével. Mivel esetünkben 1:N kapcsolatról van szó, vagyis egy könyv egyszerre csak egy olvasónál lehet, így a kapcsolat kezelése a Könyv tábla bővítésével megoldható:

Könyvszám	*Szerző*	*Cím*	*Olvasószám*	*Kivétel*
1121	Sályi	Adatbázisok		
3655	Radó	Világatlasz	122	2003.07.12
2276	Karinthy	Így írtok ti		
1782	Jókai	Aranyember	355	2003.09.23

A relációs modell alapfogalmai a következők:

Egy adattábla felépítési sémáját, amely a tábla *nevét* és a tábla oszlopaihoz tartozó *mezőnevek*et *(attribútumokat)* tartalmazza, *relációséma*nak nevezzük. Például a Könyv tábla relációsémája Könyv (könyvszám, szerző, cím).

Azon attribútumok együttesét, amelyek egyértelműen azonosítják a tábla sorait, *kulcs*nak nevezzük. A Könyv tábla esetén nyilván a *könyvszám* a kulcs. Ha egy relációsémában több kulcs is van, akkor ezek közül egyet önkényesen kiválasztunk, ezt *elsődleges kulcs*nak (angolul *primary key*) nevezzük, és aláhúzással jelöljük: (Ha csak egy kulcs van, akkor szükségképpen az lesz az elsődleges kulcs.)

Egy relációsémában valamely attribútumot (vagy attribútumok együttesét) *külső kulcs*nak (más néven *idegen kulcs*, angolul *foreign key*) nevezzük, ha az egy másik relációséma elsődleges kulcsára hivatkozik. A külső kulcsot dőlt betűvel, vagy a hivatkozott kulcsra mutató nyíllal jelöljük. Például a könyvtári adatbázis esetén a Könyv táblában az *olvasószám* mező külső kulcs:

Ha felírjuk egy adatbázis valamennyi táblájának relációsémáját az elsődleges kulcsok és külső kulcsok jelölésével, akkor *relációs adatbázissémá*t kapunk:

KÖNYV (könyvszám, szerző, cím, *olvasószám*, kivétel)
OLVASÓ (olvasószám, név, lakcím)

Összekapcsolás (angolul *join*). Lekérdezéskor gyakran van szükség arra, hogy a külsőkulcs-kapcsolatok mentén *egyesített táblákat* képezzünk. Például, ha a könyvtári adatbázisból olyan könyvlistát szeretnénk előállítani, amely a kikölcsönzött könyvek mellett az olvasó nevét és lakcímét is tartalmazza, akkor a Könyv és Olvasó táblákat a megegyező olvasószámok mentén egyesítjük:

Könyvszám	*Szerző*	*Cím*	*Olv.szám*	*Kivétel*	*Név*	*Lakcím*
3655	Radó	Világatlasz	122	1998.07.12	Kiss...	Szeged...
1782	Jókai	Aranyember	355	1998.09.23	Tóth...	Budapest...

1.6.4. Az SQL nyelv alapjai

A korszerű adatbázis-kezelő rendszerek általában menüvezéreltek, kezelésük rendszerenként és verziónként eltérő. A sokféle rendszernek azonban van egy közös nyelve, ez az *SQL*. A rövidítés jelentése: Structured Query Language, azaz struktúrált lekérdező nyelv. Ez egy olyan számítógépes nyelv, amelynek segítségével lényegében angol nyelvű mondatokban intézhetünk kérdéseket az adatbázis-kezelő rendszerhez.

Az SQL parancsok írásánál a kisbetű és nagybetű egyenértékű. Ebben a fejezetben a parancsokat mindig nagybetűvel írjuk, a bennük esetlegesen szereplő kisbetűs szövegrész értelemszerűen helyettesítendő. A táblanevek és mezőnevek írásánál nem használunk ékezetes betűket, mivel ezt a DBMS-ek nem mindig támogatják. Más a helyzet az idézőjelben szereplő úgynevezett *szövegkonstansok*kal, amelyek esetében a kis- és nagybetűket meg kell különböztetni, és ékezetes betűk is használhatók.

A legegyszerűbb SQL parancs a következő:

```
SELECT oszlopok FROM tábla;
```

Hatására a „tábla” nevű adattábla „oszlopok”-ban felsorolt oszlopait (mezőit) listázza a rendszer a képernyőn. Ha például az Olvasó tábla *név*, *lakcím* oszlopait szeretnénk megjeleníteni, akkor a következő parancsot kell kiadni:

```
SELECT NEV, LAKCIM FROM OLVASO;
```

Ennek hatására a képernyőn valami ilyesmi fog megjelenni:

NEV	LAKCIM
Kiss István	Szeged, Virág u. 10.
Nagy Ágnes	Szentes, Petőfi út 38.
Tóth András	Budapest, Jég u. 3.

Ha a tábla valamennyi oszlopát listázni kívánjuk, akkor „oszlopok” helyén csillag karakter alkalmazható:

```
SELECT * FROM OLVASO;
```

Ha név szerint rendezett listára van szükségünk, a következő parancsot kell kiadni:

```
SELECT * FROM OLVASO ORDER BY NEV;
```

Ha csak adott feltételnek eleget tevő rekordokat kell listázni, ez a

```
SELECT oszlopok FROM tábla WHERE feltétel;
```

parancssémával oldható meg. Ha például arra vagyunk kíváncsiak, hogy Jókaitól milyen könyvek vannak a könyvtárban, ez a következőképp kérdezhető le:

```
SELECT * FROM KONYV WHERE SZERZO="Jókai";
```

Tegyük fel most, hogy Kiss István olvasó által kikölcsönzött könyvek listáját szeretnénk megkapni, ez a Könyv és Olvasó táblák összekapcsolásával lehetséges:

```
SELECT SZERZO, CIM FROM KONYV, OLVASO
WHERE KONYV.OLVASOSZAM=OLVASO.OLVASOSZAM AND NEV="Kiss István";
```

A parancs kiértékelése a következőképp történik. Először a rendszer a FROM után felsorolt táblák rekordjait az összes lehetséges módon párosítja, vagyis az összes lehetséges (könyv, olvasó) párt képezi. Ezután a WHERE feltételnek eleget tevő rekordok kiválogatása következik, vagyis csak azokat a (könyv, olvasó) párokat tartja meg, amelyeknél az olvasószám megegyezik, és az olvasó neve Kiss István. (Az AND szócska logikai „és” műveletet jelöl, vagyis a megadott két feltétel együttes teljesülését írja elő.) Az így megmaradt tételek *szerző* és *cím* oszlopai kerülnek listázásra.

Magyarázatra szorul a KONYV.OLVASOSZAM jelölés, amely a KONYV tábla OLVASOSZAM mezőjét jelenti. Erre a jelölésre itt azért van szükség, mert az egyesített (könyv, olvasó) rekordpárokban két OLVASOSZAM nevű mező szerepel, és a rendszerrel közölni kell, hogy melyikre hivatkozunk.

Az SQL nyelv nem csak lekérdezésre alkalmas: segítségével leírható az adatbázis felépítési sémája, és aktualizálási műveletek is elvégezhetők.

Egy relációs adatbázis a táblák melett más, úgynevezett adatbázis-objektumokat is tárolhat. Ezek közül a fontosabbakat tekintjük át az alábbiakban.

Nézettáblák

Egy adatbázisban általában kétféle adatra van szükségünk:

- alapadatok: tartalmukat aktualizáló műveletekkel módosítjuk,
- származtatott adatok: az alapadatokból generálhatók.

Ha a származtatott adatokat csak időnként (például hetente) generáljuk újra, akkor a közbülső időszakban azok nem lesznek aktuálisak, ha pedig az alapadatok minden módosításánál újragenerálnánk, az rendkívül lassú lenne. A problémát a nézettábla oldja meg.

A nézettábla (angolul view) *nem tárol adatokat*. Tulajdonképpen egy transzformációs formula, amelyet úgy képzelhetünk el, mint ha ennek segítségével a tárolt táblák adatait látnánk egy speciális szűrőn, „optikán" keresztül. Nézettábla létrehozása a CREATE VIEW SQL-paranccsal lehetséges, például

```
CREATE VIEW KINTLEVOK AS SELECT * FROM KONYV WHERE OLVASOSZAM IS
NOT NULL;
```

Ezzel létrehoztuk KINTLEVOK nevű nézettáblát, amely egy SQL SELECT lekérdezéssel van definiálva, és a pillanatnyilag kikölcsönzött könyveket tartalmazza. A KINTLEVOK tábla ezzel nem jön létre, csak a definícióját tárolja le a rendszer. Tartalma akkor kerül ténylegesen generálásra, mikor lekérdezést hajtunk végre a KINTLEVOK táblára.

Triggerek

A trigger egy aktualizálási művelet esetén végrehajtandó programrészletet definiál, SQL-utasítással hozható létre. Tekintsünk például egy Dolgozó (adószám, név, fizetés) táblát. Az alábbi trigger megakadályozza, hogy egy dolgozó fizetését csökkentsük, ilyen esetben a korábbi fizetést állítja vissza:

```
CREATE TRIGGER FIZETES_NEM_CSOKKEN
AFTER UPDATE OF FIZETES ON DOLGOZO FOR EACH ROW
WHEN (OLD.FIZETES > NEW.FIZETES)
UPDATE DOLGOZO SET FIZETES = OLD.FIZETES WHERE ADOSZAM =
NEW.ADOSZAM;
```

A trigger akkor lép működésbe, ha valamilyen művelet módosította a Dolgozó tábla fizetés oszlopát (AFTER UPDATE OF FIZETES). Ilyenkor a Dolgozó tábla minden sorára (FOR EACH ROW), amelyre a régi fizetésérték nagyobb az újnál (WHEN (OLD.FIZETES > NEW.FIZETES), végrehajtódik egy UPDATE utasítás, amely visszaállítja a régi fizetésértéket.

Tárolt eljárások

A tárolt eljárás adatbázis-objektumként tárolt algoritmikus program, amely SQL utasításokat is tartalmazhat. Szintaxisa az SQL algoritmikus kiterjesztésének tekinthető. Az SQL-szabvány PSM

(Persistent Stored Module) néven definiálja, legismertebb implementációja az Oracle rendszer PL/SQL nyelve. Tárolt eljárások előnyei::

- Az eljárások a szerveren vannak, így nem kell üzeneteket küldözgetni az SQL utasítások végrehajtásakor a kliens és a szerver között.
- Az eljárások elemzése egyszer történik meg.
- Az eljárásokra ugyanolyan biztonsági intézkedések vonatkoznak, mint az adatbázisban tárolt többi adatra.

1.6.5. Adatbázis-kezelő rendszerek

Az elmúlt évtizedekben sokféle relációs adatbázis-kezelő rendszer terjedt el. Személyi számítógépeken az 1980-90-es években széles körben használatos volt a *dBase*, *FoxPro* és *Clipper*. Ezek hasonló alapelvekre épülnek, ezért közös néven *Xbase-típusú* rendszereknek nevezik őket. Az *Access* adatbázis-kezelővel a Microsoft Office programcsomagban találkozunk, könnyen kezelhető, felhasználóbarát rendszer.

Nagyobb adatbázis-kezelő rendszerek többfelhasználós környezetben, kiemelt adatbiztonsági követelmények mellett működnek. Itt külön hangsúlyt kap a *tranzakciókezelés*, amely biztosítja, hogy egy összetartozó műveletsorozat vagy teljes egészében végrehajtódjon, vagy teljesen visszavonásra kerüljön – akkor is, ha a műveletsor végrehajtása közben valamilyen üzemzavar következik be. Ilyen rendszer a Microsoft cég *SQL Server* nevű szoftvere, a széles körben használt *Oracle* rendszer, vagy a világ legnagyobb adatbázisait kezelő *DB2*, amely az IBM cég terméke.

Végül bizonyos korlátok között a táblázatkezelő programok is alkalmasak adatbázis-kezelésre.

Az alábbiakban néhány ismertebb rendszert mutatunk be.

Az Access

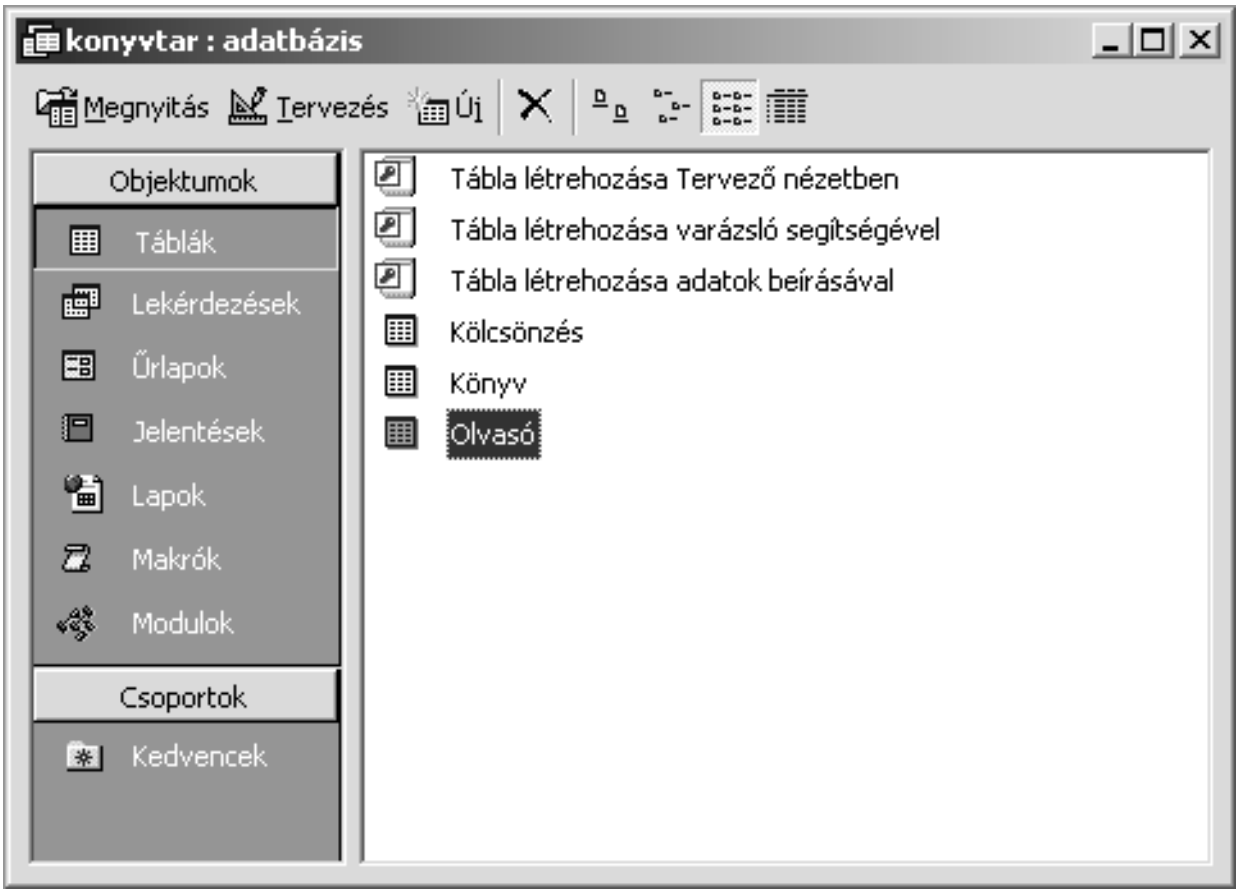
Az Access a Microsoft által fejlesztett relációs adatbázis-kezelő program. Az *Office programcsomag professzionális változatának* része, de külön is megvásárolható. Felhasználóbarát rendszer: egyszerű alkalmazások programírás nélkül is elkészíthetők, komolyabb alkalmazásokhoz Visual Basic nyelvű programmodulok kapcsolhatók. Egy Access adatbázis az alábbi típusú objektumokat tartalmazhatja (zárójelben az angol elnevezés):

– *Tábla (table):* adattábla.
– *Űrlap (form):* adatok aktualizálására szolgáló, egyedileg tervezhető párbeszédpanel.
– *Lekérdezés (query):* az adatbázishoz intézett „kérdés”, amely interaktívan szerkesztett vagy SQL alapú lehet.
– *Jelentés (report):* formázott, nyomtatható lista, amely lényegében egy lekérdezés eredményét tartalmazza.
– *Adatelérési lap (page):* interneten keresztüli adatkapcsolatot biztosít.

– *Modul (module):* Visual Basic program.

Az egy adatbázishoz tartozó valamennyi tábla, űrlap, lekérdezés és jelentés egy közös *.mdb* kiterjesztésű *adatbázisfájl*ban tárolódik. (Itt jegyezzük meg, hogy a *Fájl/Exportálás* menüpont segítségével az aktuális tábla Excel formátumban is menthető.)

Az Access alapelveinek megismeréséhez hozzunk létre új adatbázist! Létrehozás után megjelenik az ábrán látható *Adatbázis ablak*, amely az Access központi vezérlő eszköze. Ennek bal oldalán választható ki az objektumtípus, utána a jobb oldalon megjelenő elemek közül lehet választani. Az ablak tetején szereplő *Megnyitás, Tervezés, Új* gombok értelemszerűen használhatók a kiválasztott objektumtípusra (1.6. - 3. ábra).



1.6. - 3. ábra. Az Access Adatbázis ablaka megnyitott könyvtári adatbázissal

Az egyes adatbázis-objektumok létrehozására általában három lehetőségünk van:

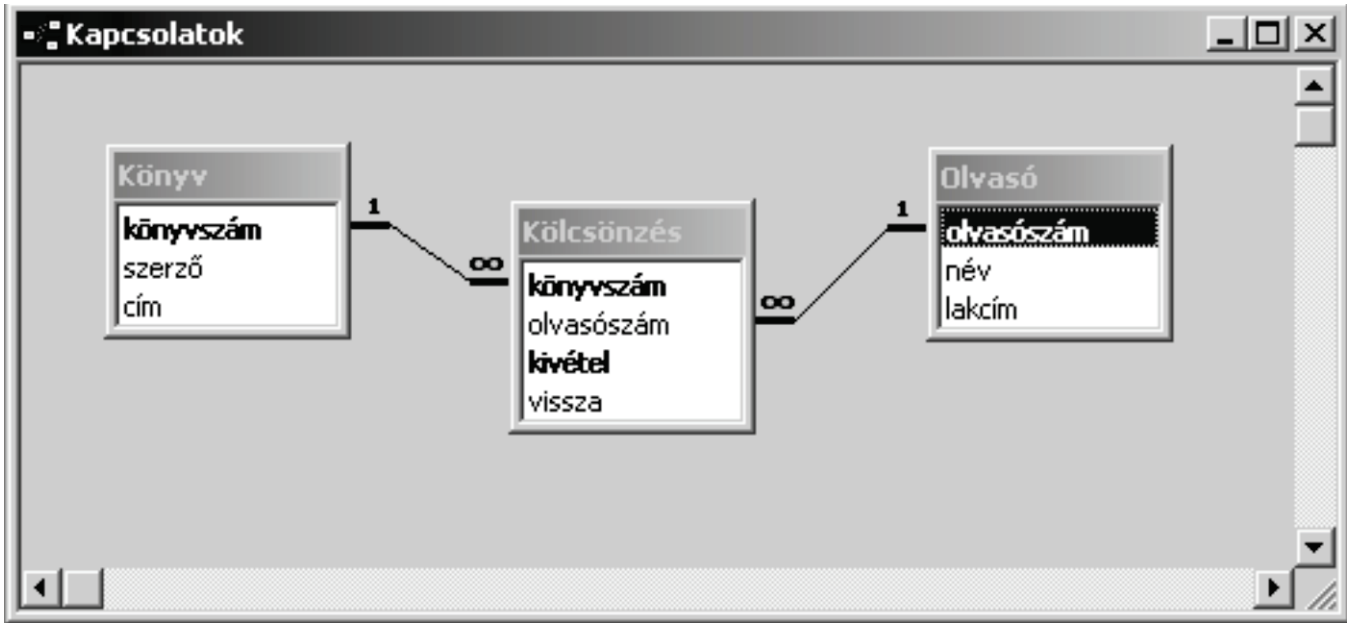
– *Automatikus létrehozás* esetén az Access elkészíti az objektum szokásos, legcélszerűbb változatát.

– *Varázslóval való létrehozás* esetén az Access végigvezet a tervezési folyamaton.

– *Tervező nézetben* teljesen manuálisan dolgozunk, itt a rendszer valamennyi lehetősége elérhető.

Külső kulcsok megadását kapcsolatok megadásaként értelmezi a rendszer (1.6. - 4. ábra). Az *Eszközök/Kapcsolatok* funkció kiválasztásával egy üres tervezőlapot kapunk, amelyen grafikusan

megszerkeszthető a *relációs adatbázisséma*. A jobb egérgomb segítségével egyesével hozzáadhatjuk a tábláink sémáit és tetszés szerinti helyre mozgathatjuk őket. Ezután minden egyes létrehozandó kapcsolatnál egérrel az egyik kapcsolandó mezőt átmozgatjuk a másik kapcsolandó mezőhöz. Tényleges külsőkulcs-kapcsolathoz a megjelenő ablakban a *Hivatkozási integritás megőrzése* jelölőnégyzetet be kell billenteni.



1.6. - 4. ábra. Külső kulcs kapcsolatok megadása Accessben

Lekérdezéseket készíthetünk interaktívan (tervező nézetben), de megadhatjuk SQL-ben is. Megjegyzendő, hogy a rendszer az első esetben is SQL parancsot generál, amely megtekinthető és tovább szerkeszthető. A lekérdezés eredménye egy ideiglenes adattáblában tárolódik:

Adatbázis-kezelés táblázatkezelő programmal

Adatbázis-műveleteket akkor használhatunk egy táblázatkezelő programban, ha táblázatunk a relációs adattábla felépítési szabályait követi. Ez azt jelenti, hogy

– a táblázat első sora a *mezőneveket* tartalmazza (ha úgy tetszik, a relációsémát);

– a táblázat többi része *homogén felépítésű*, vagyis egy oszlopon belül azonos típusú adatok vannak (például az első oszlopban csak nevek szerepelnek, a másodikban csak dátumok, stb.).

A homogén felépítés lehetővé teszi egyes adatbázis-kezelő műveletek megvalósítását. Az Excelben ezen funkciók az *Adatok (Data)* menüben érhetők el. Az egyes műveletek kiválasztása előtt célszerű kijelölni azt a táblázatot vagy táblázatrészt (mezőnevekkel együtt), amelyre az adatbázis-műveleteket végre szeretnénk hajtani. Ha ezt elmulasztjuk, az Excel maga végzi el a kijelölést. Ez mindig ellenőrzendő, mert hibás kijelölés a műveletek helytelen végrehajtásához vezethet. Az *Adatok* menü néhány főbb szolgáltatása:

– Az *Űrlap (Form)* segítségével adatbeviteli űrlap generálódik egy párbeszédpanel formájában, hasonlóan, mint ahogy az Accessnél.

– A *Sorba rendezés (Sort)* menüpont segítségével a táblázatot bármely oszlopa szerint növekvő vagy csökkenő sorrendbe rendezhetjük. Egyszerre több mező szerint is lehet rendezni (például a dolgozók nyilvántartását osztály szerint, azon belül fizetés szerint).

– Az *Adatok/Részösszegek (Data/Subtotals)* segítségével összesítéseket lehet készíteni, lásd az 1.6. - 5. ábrát.

	A	B	C	D
1	*Név*	*Szül. dátum*	*Osztály*	*Fizetés*
2	Fekete Olga	1974.05.13.	Fejlesztési	92000
3	Horváth Pál	1967.02.05.	Fejlesztési	138000
4	Kovács Tamás	1942.12.01.	Fejlesztési	162000
5			**Fejlesztési Össz.**	392000
6	Kiss József	1969.10.01.	Kereskedelmi	243200
7	Kovács Péter	1956.06.30.	Kereskedelmi	156000
8	Nagy János	1968.11.01.	Kereskedelmi	245300
9	Tóth Ernô	1951.08.22.	Kereskedelmi	75500
10			**Kereskedelmi Össz.**	720000
11	Asztalos Gábor	1972.11.11.	Munkaügyi	135000
12	Fehér Katalin	1962.03.15.	Munkaügyi	145200
13			**Munkaügyi Össz.**	280200
14			**Végösszeg**	1392200

1.6. - 5. ábra. Fizetés összesítése osztályonként Excel-lel.

Hangsúlyozni kell, hogy a táblázatkezelő programok csak korlátozottan használhatók adatbázis-kezelésre, mert

– nem a relációs adatmodell alapján dolgoznak, ezért sok tábla közötti bonyolult kapcsolatrendszer megvalósítását nem támogatják;

– nagyméretű adatbázisok hatékony és biztonságos kezelését nem teszik lehetővé.

Ugyanakkor a táblázatkezelő rendszerek más tekintetben többet tudnak, mint az adatbázis-kezelők:

– *inhomogenitást* engednek meg, vagyis nincs megkötve, hogy a táblázat oszloponként azonos típusú elemeket tartalmazzon;

– az egyes cellákba *függő értékek* (formulák) írhatók;

– *felhasználóbarát* rendszerek, használatukat könnyebb megtanulni, mint az adatbázis-kezelőkét.

Xbase típusú rendszerek

Az 1980-as évek elejétől különböző cégek által fejlesztett, de közös alapelvekre épülő és többé-kevésbé kompatibilis PC alapú relációs adatbázis-kezelő rendszereket, a *dBase, FoxBase, FoxPro, Clipper* programokat közös néven *Xbase rendszerek*nek nevezik. Az első változatok igen egyszerűek voltak (az első PC-k lehetőségeihez igazodva), ezeket fokozatosan továbbfejlesztették az alapelvek megtartásával. Általános jellemzők:

– *Minden adattábla külön fájlon van.* (*.dbf* kiterjesztés, szabványos, nyilvános adatformátum. Számos más rendszer, pl. az Excel is felismeri.)

– *Algoritmikus programnyelv,* amely tartalmazza az adatbázis-kezelő utasításokat is. Végrehajtása általában interpreterrel történik.

– *Nem SQL-alapú rendszerek,* bár az újabb változatok több-kevesebb SQL támogatást is tartalmaznak.

Az Xbase rendszerek ma már elavultnak számítanak, elsősorban azért, mert szemléletmódjuk idegen az SQL-től, ugyanakkor még igen sok működő alkalmazással találkozunk.

A MySQL adatbázis-szerver

Nyílt forráskódú szoftver, fejlesztése egy svéd céghez kötődik, ingyenesen letölthető a `www.mysql.com` honlapról. Gyakran alkalmazzák a PHP nyelvvel és az Apache webszerverrel együtt internetes alkalmazásoknál. A MySQL néhány jellemzője:

- Többféle platformon futtatható (pl. Windows, Macintosh, Solaris).

- Hatékonyság szempontjából az egyik legjobb rendszer, ugyanakkor kevesebb szolgáltatást nyújt, mint a nagy kereskedelmi rendszerek, pl. Oracle.

- A tranzakciókezelést csak a MySQL újabb változatainál valósították meg. A tranzakciókezelés csak akkor van jelen, ha engedélyezzük, mivel a hatékonyságot rontja.

- Alkalmazásprogramozási felületet biztosít a legtöbb programozási nyelvhez, pl. C, C++, Java, PHP.

A MySQL fontosabb segédprogramjai:

- *mysql:* SQL-alapú parancsvezérelt program, kliens folyamatok vezérlésére szolgál. A begépelt parancsok több sorosak lehetnek, pontosvesszővel kell őket lezárni.

- *mysqladmin:* rendszeradminisztrációs feladatok elvégzésére.

- *mysqldump:* adattáblák definíciójának és tartalmának fájlra mentése végezhető a segítségével.

- *mysqlhotcopy:* futásidőben végrehajtott biztonsági mentésre alkalmas.

- *mysqlimport:* különféle formátumú adatok beolvasását teszi lehetővé MySQL táblákba.

A MySQL többféle adattárolási mechanizmust (storage engine) használ, ezek két fő típusba

sorolhatók:

- *Tranzakciós táblák:* biztonságosabbak, rendszerösszeomlás esetén helyreállíthatók, és például hibás módosítás esetén a korábbi állapot áll helyre. Hatékonyabb párhuzamos végrehajtást biztosítanak.
- *Nem tranzakciós táblák:* a fenti előnyök nélkül, viszont gyorsabbak és kevesebb tárolóhelyet igényelnek.

Oracle

Az Oracle Corporation a világ egyik legnagyobb szoftvercége. Legfontosabb fejlesztése az *Oracle Database*, prototípusa 1977-ben jelent meg, a 10g verzió első változata 2003-ban jött ki. Emellett számos, kiegészítő funkciójú szoftvert is fejleszt a cég, többek között az adatbázisra épülő alkalmazásszervert (Application Server), fejlesztőeszközöket (Developer Suite, XML Developer's Kit, stb), az adatbázis használatát tovább könnyítő driver-t, technológiát és utility-t (ODBC Drivers, Oracle Call Interface, stb). A fent említett szoftverek tanulmányi célokra ingyenesen letölthetők az Oracle weblapjáról (www.oracle.com).

Az Oracle rendszerhez kapcsolódó néhány fontosabb fogalom:

Oracle példány (Oracle instance): a DBMS központi részének, a *kernel*nek egy futó példánya, amely öt háttérfolyamatból áll. Egy Oracle példány egy adatbázist kezel, ezért a példány indítását és leállítását egyben az adatbázis indításának és leállításának is nevezzük. (Hálózai alkalmazásoknál több példány is kapcsolódhat egy adatbázishoz.)

Felhasználói folyamat (user process): kliensként kapcsolódik a szerverhez. Egy Oracle példányhoz több kliens folyamat kapcsolódhat.

Real Application Cluster (RAC): lehetővé teszi, hogy egy osztott fájlrendszerre épülő adatbázishoz különböző gépeken elhelyezkedő több Oracle példány is kapcsolódjon.

Grid architektúra (innen a *g* betű a 10g verziónál): hálózatba kapcsolt erőforrások dinamikus kezelését biztosítja, mellyel a kliensalkalmazásoknak nem kell foglalkozni. (Ezt úgy szemléltethetjük, mint amikor a hálózati konnektorba csatlakoztatok egy készüléket, és nem kell törődnöm vele, hogy éppen melyik erőmű szolgáltatja az áramot.)

Az Oracle adatbázis főbb fizikai összetevői:

- *Adatfájlok:* magát az adatbázist tartalmazzák.
- *Vezérlőfájlok:* a fizikai fájlok leképezését valósítják meg logikai táblaterületekre, stb.
- *Naplófájlok:* az adatbázis változásainak folyamatos rögzítését tartalmazzák, ezzel biztosítva a tranzakciókezelést és helyreállíthatóságot bármilyen üzemzavar esetén.
- *Mentési fájlok:* adatbázis-fájlok másolatai.

Az Oracle adatbázis főbb logikai összetevői:

– *Adatszótár (data dictionary):* az adatbázis struktúráját leíró metaadatokat tartalmazza,

táblákból és nézettáblákból áll. Az alaptáblákat a DBMS írja-olvassa, a felhasználó általában csak nézettáblákat ér el. Az *all* kezdetű nézettáblák tartalmaznak mindent, amit az adott felhasználó el tud érni, a *user* kezdetűek csak a felhasználó saját objektumait, a *dba* kezdetűek pedig a rendszeradminisztrátor részére szolgálnak. Például

```
SELECT * FROM all_users;
```

az adatbázis-felhasználókról ad információt,

```
SELECT table_name FROM user_tables;
```

segítségével a felhasználó a saját tábláinak névlistáját kérheti le.

– *Táblaterület (tablespace):* általában egy vagy több adatfájlból álló logikai egység. Amikor létrehozzuk, megadjuk a hozzá tartozó kezdeti adatfájl elérési útját.

– *Adattáblák:* lehetnek egyszerű és partícionált táblák, indexszervezett táblák (indexoszlopokat tárolnak táblaként a gyorsabb adatvisszakeresés érdekében), beágyazott táblák (több oszlop adatait egyetlen oszlopban tárolnak), objektumtáblák (objektum-relációs lehetőségek használatához), stb.

– *Nézettáblák és materializált nézettáblák* (ez utóbbi az Oracle 8i-ben jelent meg, a hagyományos nézettáblától eltérően adatokat tárol, és például adattárház-alkalmazásoknál jól használható).

– *Indexek:* az adatkezelés gyorsítására szolgáló speciális adatstruktúrák.

– *Triggerek.*

– *Jogosultságok:* lényegében minden felhasználónak minden adatbázis-objektumhoz való hozzáférése egyedileg szabályozható.

– *Szerepkörök:* felhasználói csoportok kezelésére, jogosultságok könnyebb kiosztására.

– *Csomagok, eljárások, függvények:* PL/SQL nyelvű tárolt programok. (A PL/SQL egy SQL-t tartalmazó algoritmikus programnyelv, az Oracle legfontosabb fejlesztő eszköze.)

– *Szekvenciák:* számgenerátorok automatikusan inkrementált kulcsokhoz.

Telepítés után – többek között – az alábbi adatbázis-felhasználók jönnek létre:

– *sys:* maximális jogosultsággal rendelkezik, a rendszeradminisztrátor részére szolgál.

– *system* (kezdeti jelszó: *manager*): a *sys*-nél kevesebb joggal rendelkezik.

– *scott* (jelszó: *tiger*): demonstrációs adatbázis eléréséhez, az automatikusan telepített táblák: Emp (Dolgozó) és Dept (Osztály), lehet velük kísérletezni.

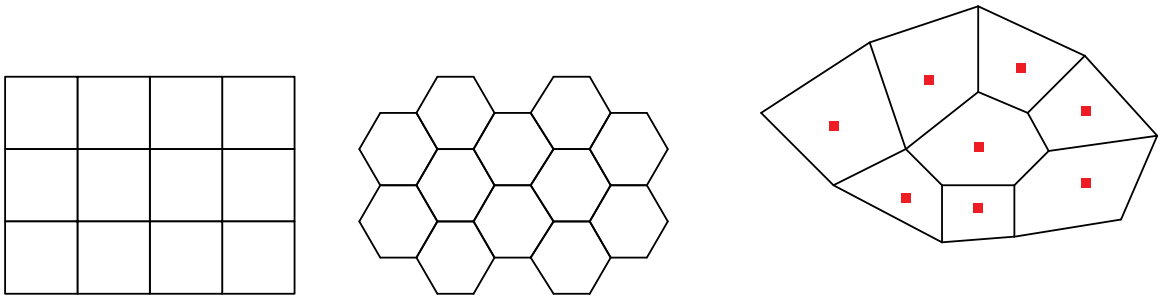
Az Oracle legfontosabb kezelői felülete a parancsvezérelt *SQL*Plus* program. Itt szabványos SQL-utasításokkal és az SQL*Plus saját parancskészletével érhetjük el az adatbázist.

1.7. Raszteres adatmodell

1.7.1. Az adatmodell és alkalmazhatósága

A térinformatikai rendszereket, alkalmazásokat aszerint különböztethetjük meg egymástól, hogy a valóságot melyik adatmodell segítségével ábrázolják, vizsgálják. Alapvetően a vektoros és a raszteres modellek említhetők meg, míg a hibrid modellek e kettő tulajdonságait egyesítve épülnek fel.

A modelleket alkotó elemek szerint átmenetet képviselnek a tesszelációs felületek, melyek 2, vagy 3 dimenziós térben, szabályos (vagy szabálytalan) sokszögekkel, folytatólagos (vagy rekurzív) felbontással írhatók le. Ezek lehetnek például a szabályos rácshálók, Thyssen poligonok, vagy a TIN modell (1.7. - 1. ábra).

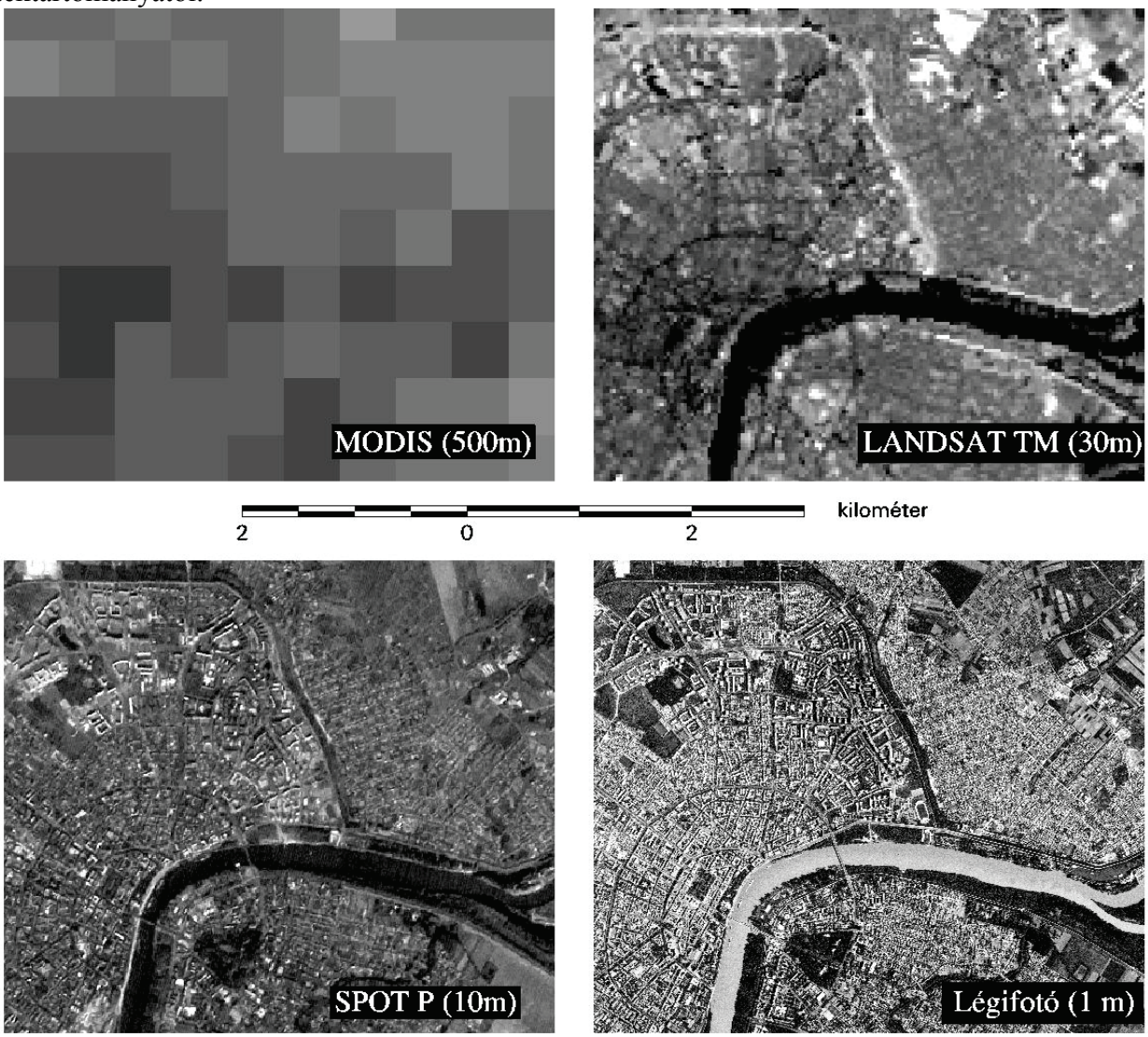


1.7. - 1. ábra A vektor és raszter modellekben is alkalmazott tesszelációs felületek

A megfelelőbb modell kiválasztása több szempont alapján történhet. Az adatgyűjtés időigényessége, a térbeli elemzések lehetőségei, az adott területre eső adatmennyiség, valamint az adatszerkezet egyszerűsége szempontjából előnyösebb a raszteres adatmodell használata. A pontosság, az attribútum adatok hozzáfűzése és a hálózati elemzések lehetősége, a grafikus ábrázolás egyszerűsége a vektoros modellek használata mellett szól. Ha valamely terület egészét akarjuk vizsgálni, ott előnyösebb a raszter alapú rendszerek alkalmazása (pl.: környezetvizsgálat). Egy alapvetően vektoros adatmodellt alkalmazó szoftvernél is célszerű, ha rendelkezik raszteres adatok megjelenítését lehetővé tévő programmodulokkal, mert a jelentősebb adatforrások (műholdképek, digitális légifényképek, szkennelt térképek) mind raszteres termékek, melyek feldolgozása vektorként csak esetenként, vagy csak korlátozottan lehetséges. Természetesen a vektor és a rasztermodellnek is megvannak a maga előnyei és hátrányai, az egyes GIS rendszerek minősítésekor az a legfontosabb, hogy a szoftver megengedi-e mindkét modell alkalmazását, és mennyire átjárható a két adatmodell.

A raszteres adatmodell a vizsgált területet az annak egészét lefedő idomok felhasználásával tükrözi. A síkidom megválasztását az alakja, az önhasonlósága, az egymáshoz való kapcsolódása, az élek irányítottsága, a mintázata és a kisebb, illetve nagyobb egységekké történő összerakhatósága befolyásolja. Ez általában 2 dimenziós szabályos négyszögekkel történik, amikor gyakorlatilag egy mátrixot kapunk. Az alapegység a pixel, vagy cella. Az azonosításukhoz azok számozása szükséges, amit általában a bal felső sarokban kezdenek a nullával és a sor és oszlop számának

megadásával definiálják. A térinformatikai rendszerekben fontos az adatok vonatkozási rendszerben – legtöbbször térképi vetületben – való megadása, így a modellnél megadható a tájolás szögértéke, melyet az északi irány és raszter oszlopai által meghatározott irány zár be. Ha ez 0, vagyis a terület lefedése párhuzamos a viszonyítási rendszer koordinátatengelyével, akkor a pixelméret ismeretében a képelem pontos vetületi rendszerbeli koordinátái is meghatározhatók. Talán legjelentősebb adat a képelemek mérete, vagyis a felbontás, pontosabban a geometriai felbontás (a távérzékelés és a digitális képfeldolgozás többféle felbontást is megkülönböztet) (1.7. - 2. ábra). Minél nagyobb a geometriai felbontás, annál kisebbek a cellák. A modell geometriai felbontása az adatnyerés sűrűségétől függ, az attribútum értékek intervalluma pedig a leképezett jelenséget leíró függvény értéktartományától.



1.7. - 2. ábra A geometriai felbontás jelentősége különböző adatok alapján

Az attribútumokat a képelemekhez rendeljük hozzá és minden cella egy értéket tartalmaz. A cellák egy csoportja a hozzá tartozó értékekkel alkot egy fedvényt (layer), de egy adatbázis természetesen több fedvényt is tartalmazhat. A raszteres adatmodell jó térbeli mintavételezési adatrendszerrel dolgozik, így nagy és kis területekről is homogén adatrendszert szolgáltathat és minden pontra vonatkozóan meg tudja mondani, hogy hol, mi található.

Raszteres rendszerekre jó példák a digitális űr- és légi felvételek, a grid adatok és a szkennelt térképek egyaránt. A leggyakoribb kiterjesztések a BMP, GIF, GRID, IMG, JPG (JPEG), PCX, TIF.

A modell lényege jól megismerhető a torpedó játékkal, ahol a partnerünkkel csak a rácshálónkba elhelyezett hajók koordinátáit megadva kommunikálhatunk. A nyertes az ábra megtekintése nélkül le tudja rajzolni az ellenfél hajóinak elhelyezkedését, vagyis képesek vagyunk a numerikus adatokból a későbbi ábra visszarajzolására.

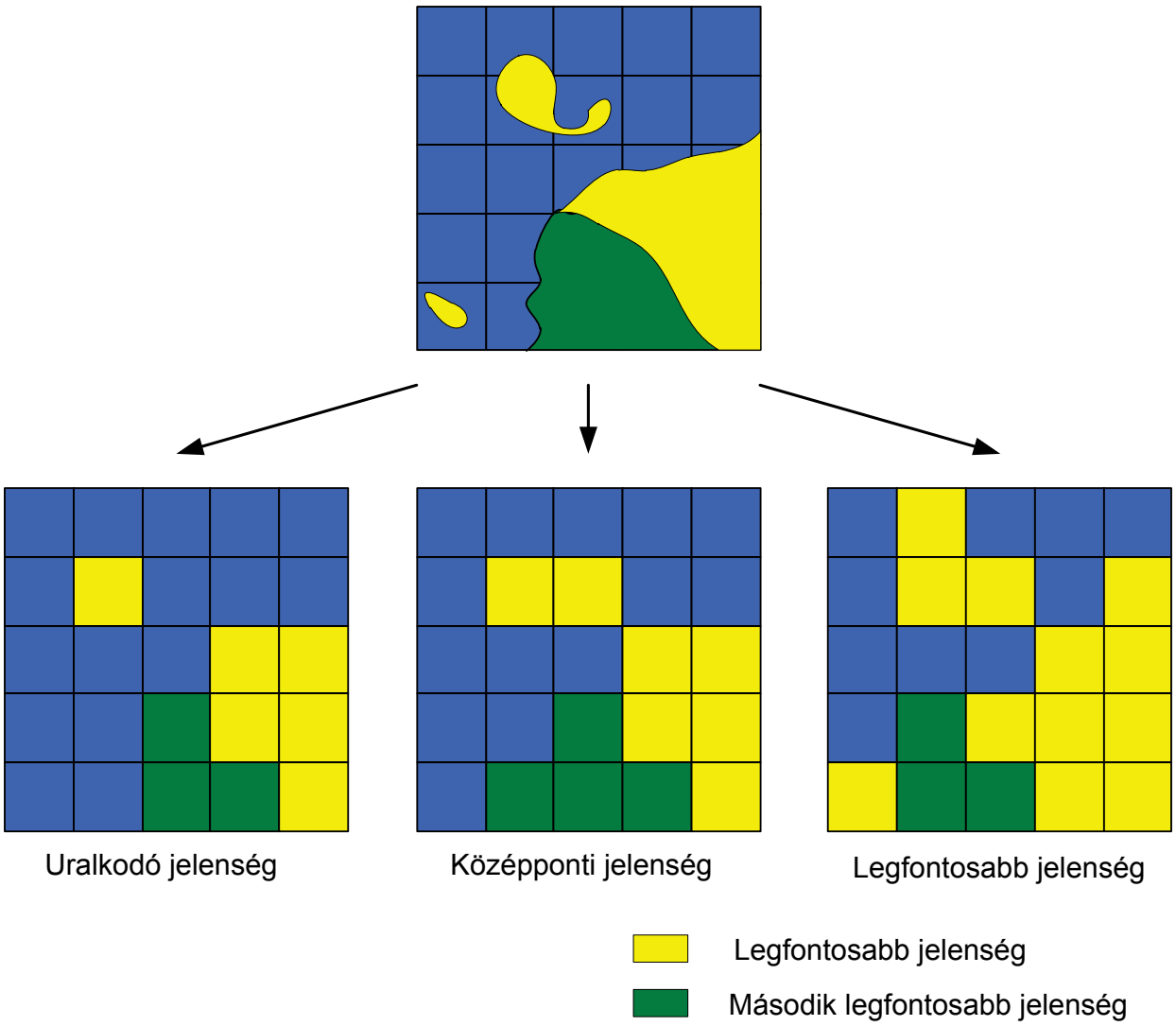
Előbbi esetben a cellák értéke csak 1, vagy 0 lehet. A valóságban a különböző rendszerek különböző adattípusokat engednek meg, vagyis egy pixel értéke lehet: egész szám, valós szám (tizedes tört), vagy akár betűk és írásjelek. Egyes rendszerek egész számok fogadására alkalmasak, másokban különböző típusokat találunk, de egy fedvényen belül csak egyfélét.

1.7.2. A raszterállomány létrehozásának lehetőségei és jellemzői

A raszterállomány létrehozásával kapcsolatban a legegyszerűbb példa, ha egy képzeletbeli rácshálót illesztünk egy területhasználati térképre. Ilyenkor minden cella aszerint kap értéket, hogy az ábrázolt kategóriák közül melyiket fedi le az adott pixel. Négyféle cellaértéket kaphatunk, ha a például 1 = település; 2 = vízfelszín; 3 = szántó; 4 = erdő szerinti kategóriákkal dolgozunk. Fontos, hogy az adattal nem rendelkező, mintaterületen kívüli rész adat nélküli lesz („Nodata”) és nem „0”! Ezt az egyes szoftverek különbözőképpen határozzák meg (pl. -9999, -32768, vagy akár 0) Ha készen vagyunk, minden cellánknak van egy kódolt értéke, és ilyen diszkrét adatokkal könnyen lehet definiálni, hogy hol kezdődik és hol végződik egy objektum. A fedvényen övezetet alkotnak azok a folyamatosan kapcsolódó helyek, amelyek azonos értékeket mutatnak. Az azonos jellemzőkkel rendelkező önálló zónákat az adatrétegünkön osztálynak nevezzük.

Természetesen egy térkép (topográfiai térkép) pontonként többféle információt is ábrázolhat: szintvonalak, felszínfedettség, utak, beépített területek. Ha valamennyi adatra szükségünk lenne, akkor egy több (jelen esetben négy) fedvénnyel bíró raszteres GIS-t kell készítenünk. Egy raszteres adatbázis akár száz fedvényt is tartalmazhat.

Biztos, hogy lehet olyan értékadási probléma, amikor a területhasználati térképünkön egy cella által lefedett területen többféle felszínt jellemző folt is megjelenik. Ezt a cellaméret-csökkentéssel (geometriai felbontás növeléssel) sem tudjuk kikerülni. Melyik adatot kapja a pixel? A kérdés eldöntésére az 1.7. - 3. ábrán látható módszerek szerint több lehetőségünk is van. Az uralkodó jelenség szerint az adott cellán belül nagyobb területet betöltő folt alapján kapunk értéket, míg a középponti jelenség szerint a cella mértani közepénél található területhasználati folt jellege a döntő. A legfontosabb jelenség módszerénél a hierarchikus, általunk kiválasztott „legfontosabb”, „második legfontosabb”… kategorizálás szerint választunk értéket, és a problémás esetben mindig a sorrend szerinti fontosabb jelenség értéke lesz az alap.



1.7. - 3. ábra Ugyanazon jelenségeket ábrázoló raszteres modell különböző cellaértékekkel, a különböző cellaérték megállapítási módszerektől függően

A távérzékelés, fotogrammetria területén találkozhatunk először olyan adatrendszerrel, ahol a képelemek tartalma alapvetően nem homogén. Minden egyes képelem intenzitása összefügg a pixel által lefedett terület átlagos fényességével. Ezek mind pozitív egész számok és az analóg jelek (reflektanciaértékek) átalakításával jöttek létre (analóg-digitális folyamat).

Az értékadási módszerek szerint kapunk raszteres modellt a térinformatikában gyakori és általában automatikus vektor-raszter konverzió, vagyis raszterizálás során (1.7. - 4. ábra). A poligonok lefedhetik az egész vizsgált területet, de bizonyos esetekben a jelenségek között itt is találhatunk nodata értékkel jelölt területeket.

A raszteres adatbázis létrehozására – főleg ha a már említett papírtérképek digitális változatára gondolunk – jó módszer a szkennelés. A digitális képalkotás során a szkennerbe jutó folyamatos, nemnegatív és korlátos értékekkel bíró természetes képből a leképezés, a mintavételezés és a kvantálás útján kapunk digitális képet. Legfontosabb kérdés, hogy a művelet

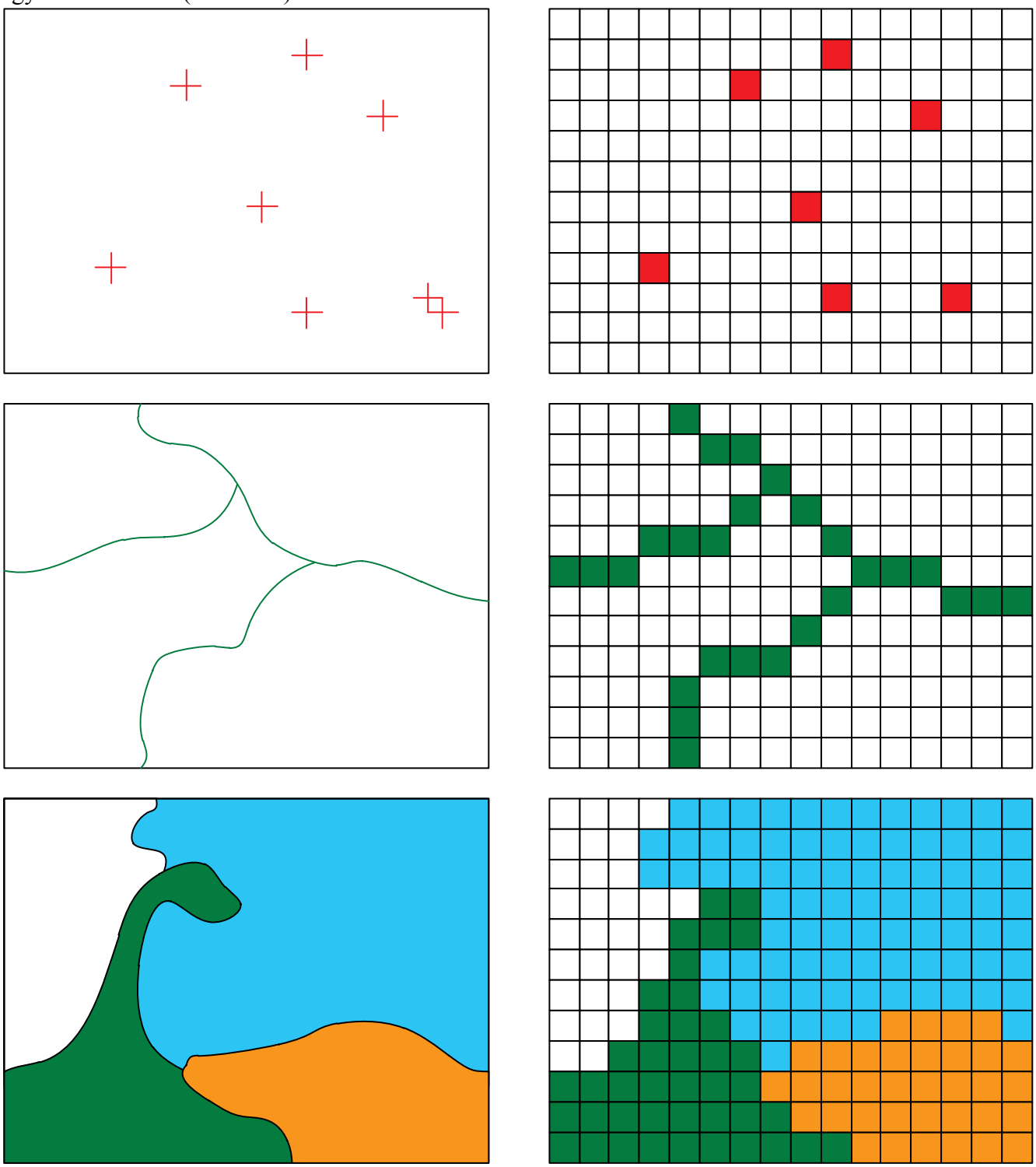
során mekkora felbontást választunk, vagyis mekkora dpi-vel hajtsuk végre a műveletet. Ezt elsősorban az egykori nyomtatás felbontása (térképek), vagy a repüléshez és képkészítéshez kötődő műszaki paraméterek (légifotók) alapján célszerű megadnunk. Az nem baj, ha ennél nagyobb felbontást választunk, mert a későbbi műveleteket pontosabban végezhetjük el, illetve nem lesz szemcsés, nehezen értelmezhető a végeredmény. Egyetlen akadályt az adatmennyiség nagysága és tárolása jelenthet, viszont ez a kezdeti mennyiség a feldolgozás és az elemzés során csökkenhet. Amit a rossz szkennelési beállításoknak köszönhetően elrontunk, az sajnos az egész adatkezelési, elemzési folyamat során hátráltatni fog. Válasszunk olyan felbontást amelyen minden fontos részlet jól látszik, illetve a lineáris és vonalas jelenségek legalább 4-6 pixel vastagságúak legyenek, hogy a raszteres képen megjelenő fűrészfogas töredezettség ne legyen feltűnő.

Mit tegyünk, ha ki akarjuk használni a nyomtatott, 1:10.000-es térképnek, mint az alapadatnak az 1 m-es pontosságát? A méretarányból tudjuk, hogy ami a valóságban 1 m, az a térképen 0,01 cm. A dpi (dot per inch) felosztás szerint az a kérdés, hogy 1 inch-ben hányszor van meg ez a 0,01 cm (1 inch = 2,54 cm). Az eredmény 254 dpi. Ezen a jónak tűnő eredményen mégis változtatunk kell, mivel a szkennelés során az 173. ábrán megismert középponti jelenség módszerrel történik az értékadás. Ha nem akarjuk, hogy valamilyen fontos részlet lemaradjon, akkor inkább az 500 dpi ajánlott, mivel ennél a beállításnál már körülbelül 0,5 m lesz a geometriai felbontás. Ennél nagyobb már nem ajánlatos, mivel az információtartalmat nem, csak a tárhelyigényt növelnénk. Ez azért kiemelendő, mert a raszteres modellben egy 2-szeres felbontásnövekedés 4-szeres tárhelyigény növekedést jelent!

A digitális képalkotás során számolnunk kell a radiometrikus felbontással is, ami az analóg (folyamatos változású) sugárzási mező digitalizálása során használt mérési szintek számát jelenti. Ez határozza meg a színes képen a szín árnyalatát, illetve a fekete-fehér képen a szürkeségi fokot. Mivel digitális, vagyis bináris alapú adatokról van szó, ezen mérési szintek a 2^n formával fejezhetők ki. Leggyakoribb esetben a pixelértékek 0-tól 255-ig terjednek, ami a 8 bites kódolás eredménye (2^8 = 256). Ha 24 bites képpel találkozunk akkor egy 3 rétegű, rétegenként 8 biten kódolt képről van szó.

A leggyakoribb raszteres adatok a műholdképek, légifotók. Maga a modell sokat köszönhet a műholdképeknek, hiszen az első globális, multispektrális és digitális adatszolgáltatást nyújtó LANDSAT MSS rendszer működésével, az 1970-es évektől kezdődően terjedtek rohamosan a raszteres módszerek és fejlődött a digitális képfeldolgozás. Az ilyen elsődleges adatok ma már alapvetően digitális formátumban készülnek és így is vásárolhatók meg. Csak archív felvételeknél találkozhatunk előhívott, nagyított fotókkal, melyek az előzőekben ismertetett szkennelés segítségével kerülhetnek digitális formátumba. Érdekesség, hogy ennél az adatforrásnál is találkozhatunk nem négyzetrács alapú raszterhálóval, mivel a radarképeknél megkülönböztetünk harántirányú és keresztirányú felbontást. Általában 6-tól 11 bit-ig terjed a kódolás, vagyis a radiometriai felbontás mértéke. Minél nagyobb ez a felbontás annál jobban meg lehet különböztetni

és minősíteni a különböző felszíni jelenségeket. Ezt fokozható a multispektrális felvételek RGB sávkombináció szerinti megjelenítésével, amikor többféle – a látható fény tartományán kívüli hullámhossz-tartományban lévő adatok is – együttesen határozzák meg a pixel színét. Itt egy színt a három tengelyen (piros, zöld és kék tengely) megadott koordinátahármassal definiálhatunk és egymásra vetítjük a három alapszínt. Fontos, hogy mivel a cellák tartalma folyamatosan változik a területen (minden cellára nézve eltérő visszaverődési értékek rögzülnek), minden cellának saját egyedi értéke van (172. ábra).

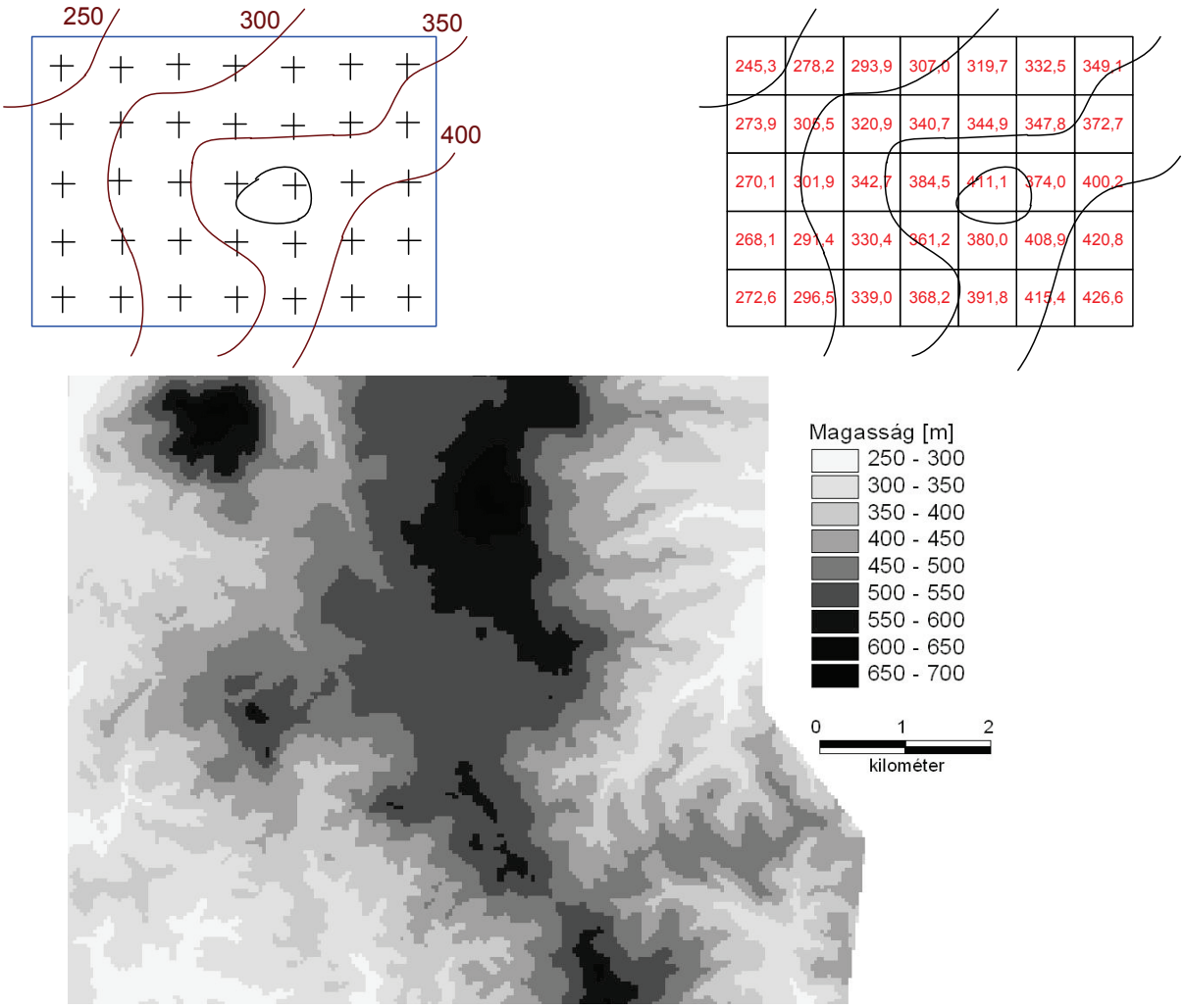


1.7. - 4. ábra Vektor-raszter konverzió eredménye

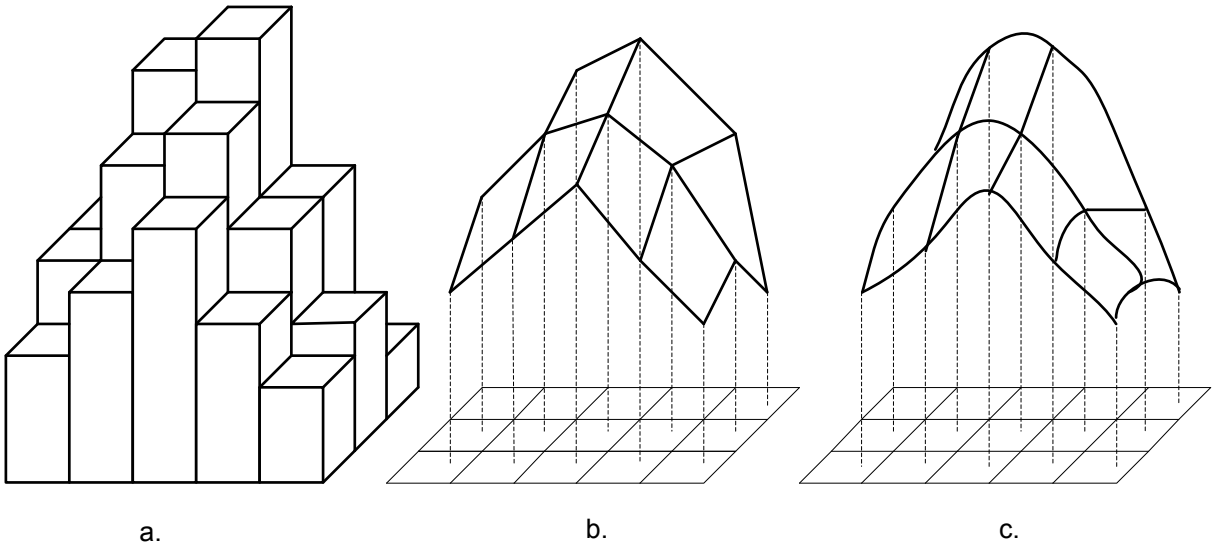
Hasonló tulajdonságokat fedezhetünk fel a pontszerű és vonalas adatok alapján, interpolációval létrehozott felületmodellek esetén. Ezek általános digitális térbeli modellek lehetnek, ahol a három dimenziós felület az adott alkalmazás szempontjából fontos mért adatok alapján jön létre: pl. meteorológiai (csapadék, stb), légszennyezettségi, népsűrűségi, tengerszint feletti magasság stb. adatok (1.7. - 5. ábra). Ezek a folyamatosan változó értékkel bíró témák, lebegőpontos adatokat tartalmazó GRID-ek, ahol minden cella értéke általában a négyzetrács diszkrét pontjaiban (középpont) van megadva, és az un. középponti jelenség választása elv alapján kapjuk ezeket az értékeket. Ha szükség van rá az átlagképzésen kívül természetesen használhatunk más matematikai módszereket is a cellaérték megállapításához, pl. minimum, maximum, súlyozott átlag, stb. A megjelenítés és az elemzések korlátozottsága miatt az ilyen típusú adatokat gyakran osztályozzuk, hogy egész típusú értékeket kapjunk. Egész típusú adathalmazzal ugyanúgy megjeleníthetünk folyamatos alakzatokat, mint a lebegőpontos adatokkal, de így a mérések pontossága csak egész számokban fejezhető ki. Hogy a modellezett terület bármely pontjára (ami nem cellaközéppont) tudjunk értéket adni szükségünk van különböző interpolálási módszerekre. Leggyakrabban a keresett magassági értékű pont környezetében található ismert értékek alapján határozhatunk meg z értéket. A felszín finomságát javíthatjuk azzal, hogy növeljük a keresett értékű pont vizsgált környezetét. Felhasználhatjuk a legközelebbi egy, négy, tizenhat, stb. cellaközéppont z értékeit. Így dolgozik a legközelebbi szomszéd, a bilineáris és a köbös konvolúció (1.7. - 6. ábra).

A fedvény celláinak értékét természetesen mi magunk közvetlenül is beírhatjuk, ám ez az eljárás általában unalmas és időigényes, hiszen a fedvény cellák millióit tartalmazhatja. Ha csak egy Szeged méretű települést és a szűkebb környezetét ábrázoló 7000 ha-t vesszük alapul, akkor 30 m-es geometriai felbontás mellett már egy réteg esetén is több, mint 80.000 cellával kell számolnunk. A probléma tovább fokozódik, ha nagyobb területről kell adat, vagy részletesebb vizsgálatra van szükség.

Összességében valamennyi esetre megállapítható, hogy a rácshálónak köszönhetően a mintavétel egységesített, vagyis a raszter modell nem kíván feltétlenül előzetes ismereteket a jelenségekről. A térbeli elemzések szempontjából nagyon fontos a raszteres adatok minősítése, amely elsősorban a geometriai pontossággal és megbízhatósággal, valamint a tematikus pontossággal és megbízhatósággal jellemezhető.



1.7. - 5. ábra Domborzatmodell – mint folyamatos értékekkel bíró felületmodell – létrehozása



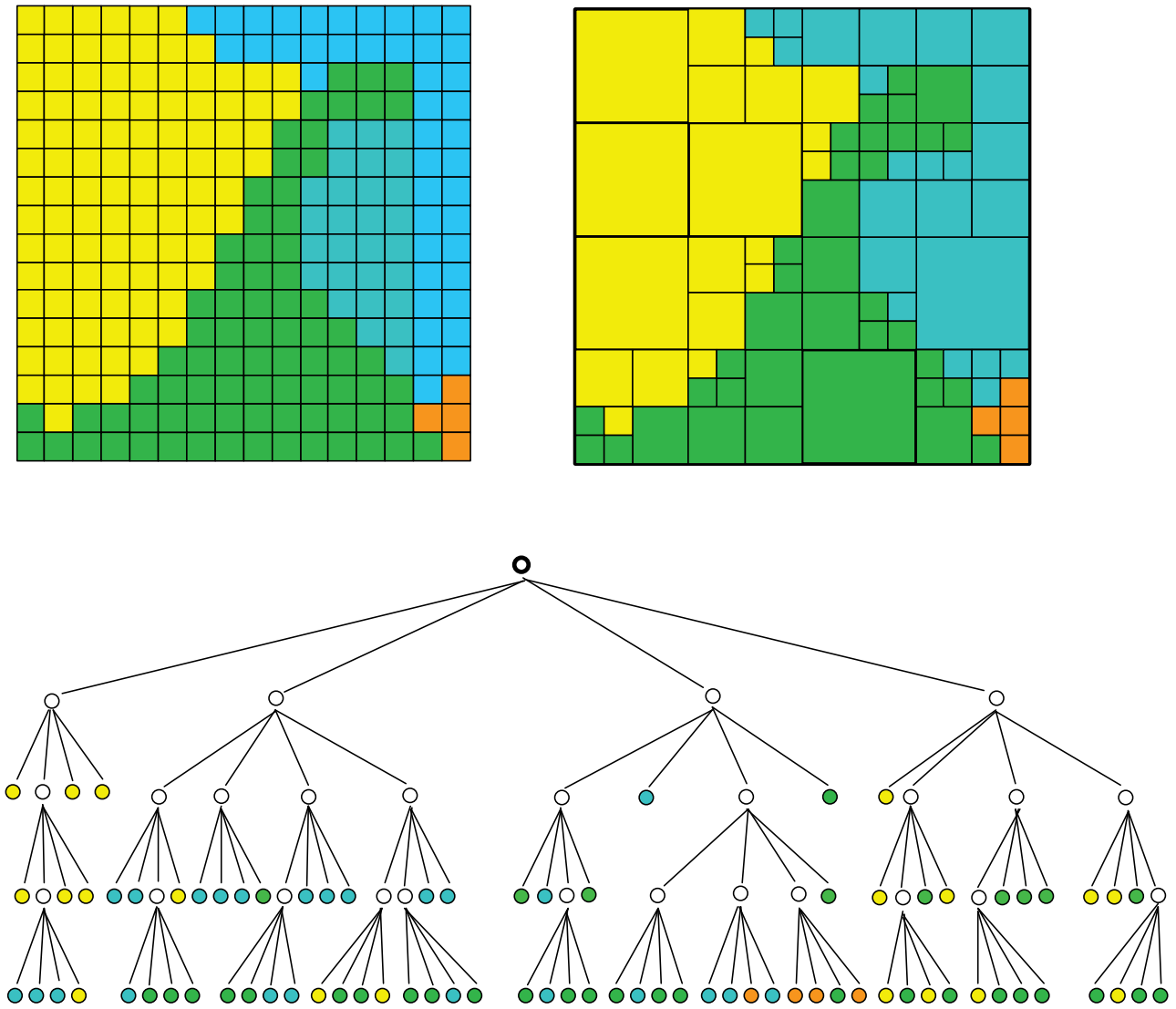
1.7. - 6. ábra Az interpolálási módszerek által számított felszínek. a) legközelebbi szomszéd b) bilineáris c) köbös konvolúció

Az adatok tárolása

A valós világot ábrázoló, jó felépítésű fizikai modellek alkotása során fokozott figyelmet kell fordítani a méretcsökkentésre (tömörítés), a keresési folyamatok optimalizálására és az adatszolgáltatás lehetőségeire (adatok megjelenítése, leválogatása, interpolálása). A kijelölt folyamatok hatékony működése szempontjából az adattárolás kérdése kardinális jellegű. Ennek fontosságát növeli, hogy itt általában nagymennyiségű adat tárolására és kezelésére van szükség, és a diszkrét jelenségtípusok esetén általánosan sok a redundáns adat. Sajnos a modell hátránya, hogy a tömörítő eljárások fejlődésével is viszonylag nagy az adattárolási igény. Az alábbi rövid ismertetőben csak az adatvesztés nélküli eljárások kerülnek említésre.

A legegyszerűbb adattárolási modell az egyszerű lánc, ahol a pixelértékek soronként egymás után kerülnek felírásra. Ez a cellaalapú tárolás a folytonos jelenségeknél fordul elő. A legegyszerűbb adattömörítési mód a hosszkódolás („run-length”), ahol a bevitt adatok párokat alkotnak; az első adat az előfordulás hossza, a második a cella értéke. Ezzel kihasználjuk a térbeli autokorreláció megjelenési formáját, vagyis a közeli dolgok jobban hasonlítanak egymáshoz, mint a távoliak. A hosszkódolás változatai közül megemlíthető a Boustrophedon sorrend, a Morton módszer (Z alakban ugrálva olvassuk az adatokat), vagy a Peano módszer (Peano görbe szerint olvassuk az adatokat), melyek közül utóbbit tartják a leghatékonyabbnak. Ugyancsak ismertek az LZW (Lempel-Ziv) algoritmus és a Huffmann kódolás. A hierarchikus szerkezetű blokk kód tömörítési eljárás során is egyfajta hosszkódolást végzünk, amikor az egyes felületeket különböző nagyságú négyzetekkel fedjük le. Ilyen a négyfa modell (1.7. - 7. ábra).

Ez az egyik leghatékonyabb és ma a legelterjedtebbnek tartott tárolási eljárás. A kapott struktúrát egy kvadrális fában tároljuk (minden csomópontból további négy ág indulhat tovább), úgy hogy a cellaértékek a fa levelein találhatóak az ábrán látható módon. Az egyes csomópontok ágai az adott egység bontását az ÉNy-i saroktól az óramutató járásával egyező irányba adják meg. A keresés, elemzés gyors és jól kidolgozott és egyszerű a méretarány változtatás is. Az adatokat a fa struktúra különböző szintjein is megnézhetjük és a felbontás mértékét jól jelzi a leghosszabb cím. Ha a 6. ábra szerinti legnagyobb felbontás 1 m, akkor a legrövidebb cím szerinti homogén cella már 4 m-es geometriai felbontással megjeleníthető.



1.7. - 7. ábra A négyfa modell

1.7.3. Raszteres adatok elérhetősége

A műholdképek, légifotók mint leggyakrabban használt raszteres adatok esetében az elérhetőséget elsősorban a vételár nagysága korlátozza (1. táblázat). Az általános felhasználhatóság terjedését elősegítik a kutatási célra ingyenes letölthetőséget biztosító projektek weboldalai, pl.: Global Land Cover Facility, Image 2000 & Corine Land Cover 2000 Project, National Gespatial-Intelligence Agency Raster Roam, OASIS project.

Sajnos a domborzatmodelleket tekintve, nagy léptékben nincs ingyenesen letölthető adatot biztosító tudományos program, vagy web oldal. Talán legjobb a NASA koordinálásával létrehozott 90 m-es cellákból álló SRTM terepmodell, illetve az 1km*1km-es felbontású domborzatmodell Európára az Európai Környezeti Ügynökség honlapján. Magyarországon hivatalosan elérhető az 1: 100.000-es méretarányú digitális domborzatmodell, ami 100m*100m-es gridekből áll és 32 Ft/km^2-es áron kapható; valamint az 1:50.000-es térkép alapú DDM-10 (cellaméret: 10m*10m) és DDM-50 (cellaméret 50m*50m).

1.7.3.- 1. táblázat Összefoglaló információk a különböző képi adatok költségeiről és lehetőségeiről

	ár:Ft/km^2	programozás esetén [Ft/km^2]	Geometriai felbontás	Spektrális felbontás	Időfelbontás	Feldolgozottság
LANDSAT	16	–	15 m	7 sáv	16 nap	GTCE+
SPOT-4, 5	188 (240)	245 (295)	10 m	4 sáv	pogramozható	2A (Ortho)
SPOT-5	375 (425)	430 (480)	5 m	4 sáv	pogramozható	2A (Ortho)
SPOT-5	565 (655)	620 (710)	2,5 m	4 sáv	pogramozható	2A (Ortho)
IKONOS	3360* (6720)	4300 (6720)	4 m	4 sáv	pogramozható	Geo (Pro)
IKONOS	3780* (7140)	4945 (7140)	1m	4 sáv	pogramozható	Geo (Pro)
Ortofotó	1008** (2400)	-	2 m (0,5 m)	-	-	ortofotó

A táblázat a rendelkezésre álló áradatok alapján (2005. decemberi állapot) általában a legolcsóbb és legdrágább lehetőségeket veszi számba. A megrendelési és pontossági variációk száma a felsoroltaknál lényegesen több. Átszámítási árfolyam: 1EURO = 250 Ft; 1USD=210 Ft (forrás: Fömi, Spotimage, Eurimage)

GTCE+: geometriai korrekció domborzatmodell alapján (pontosság: 30-50 m)

2A, illetve Geo: kétdimenziós geometriai korrekció műszaki paraméterek alapján

Ortho, illetve Pro: ortokorrigált képek (képtranszformáció felszíni illesztőpontok és domborzatmodell alapján)

*: 2 hónapnál idősebb képek esetén

**: 2005. évi légifelvételek

1.7.4. Irodalomjegyzék:

ArcView Spatial Analyst. User Guide, ESRI. p.147.

Bognár V. – Félegyházi A. – Kolossa T. – Morschl N. – Várkonyi Á. – Végső F. 1993. NCGIA Core Curriculum – Magyarított változat. WWW dokumentum: http://www.mimi.hu/ncgia/index_ncgia.html

Czimber K. 2001. Geoinformatika - elektronikus jegyzet. WWW dokumentum: http://geo.efe.hu/hun/onlinejegyzet/geoinfo/index.htm

Detrekői Á. – Szabó Gy. 2003. Térinformatika. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. p.380.

Kollányi L. – Prajczer T. 1995. Térinformatika a gyakorlatban. Budapest. p.148.

Kovács F. 2004. Digitális képfeldolgozás gyakorlata. Térinformatika tananyag, CD kiadvány. Phare HU0008–02. p.43.

Mucsi L. – Kiss R. 2004. GIS modellek. Térinformatika tananyag, CD kiadvány. Phare HU0008–02. p.61.

Sárközy F. Térinformatika (elméleti oktatóanyag). WWW dokumentum: http://www.agt.bme.hu/tutor_h/terinfor/tbev.htm

Szabó J. (szerk.) 2000. Digitális képfeldolgozás és alkalmazásai. Keszthelyi Akadémia Alapítvány. p.207.

Térinformatika lépésről - lépésre. 2001. L-tér Informatika. p.414.

1.8. Internetes környezeti adatbázisok és használatuk

1.8.1. Adatbázis

Az adatbázis információk gyűjteménye, melyek olyan módon vannak rendezve, hogy egy számítógépes program gyorsan tud közöttük keresni, válogatni. A hagyományos adatbázisok mezőkre, rekordokra és állományokra oszlanak. Egy bonyolultabb adatbázisnak több állománya is lehet. A mező egyetlen fajta információ, a rekord egybetartozó információk halmaza, míg az állomány azonos típusú rekordok összessége. Az adatbázis tartalmazza az adatok értékét, a köztük lévő kapcsolatokat, és a kapcsolat típusát is, úgynevezett relációs adatbázis. Az 1.8. - 1. ábra szemléltei egy adatbázis egy részletének táblázatos megjelenítését, s a fogalmak (mező, rekord) jelentését.

Egy másik adatbázis-megoldás a hypertext. Itt különböző adattartalmú objektumok (szöveg, kép, hang, mozgókép, stb.) egymáshoz linkelt gyűjteményéről van szó. Ilyen formában nagy mennyiségű, igen szerteágazó témájú adathalmazt érdemes tárolni. Számadatok tárolására és visszakeresésére nem annyira alkalmas.

MEZŐ

4. táblázat - Országos szennyezőanyag-kibocsátás kö nt és szennyező anyagonként

REKORD

Közeg	Szennyező anyag	Országos mennyiség (kg/év)	Telephelyek száma	Települések száma
	CO2	23540000000	25	22
	SOx (mint SO2)	284785000	28	23
	NOx (mint NO2)	39973000	40	32
	CO	21969000	13	13

1.8. - 1. ábra Az adatbázis egy táblájának felépítése

Adatbázis-kezelő rendszer

Az adatbázisban tárolt adatokhoz való hozzáférést az adatbázis kezelő rendszer biztosítja. Ez olyan programok halmaza, melyek lehetővé teszik az adatok felvitelét, tárolását, rendezését, a bennük való keresést, és olvasást. Az adatokhoz való hozzáférés hatékonysága nagyban függ attól, hogy az adatok milyenségéhez képest sikerül-e a legmegfelelőbb rögzítési formát, adatbázis kezelő rendszert, rendezési metódust alkalmazni. A kezelőrendszereknek általában van egy nyelvük - programnyelvük vagy lekérdező nyelvük -, amin a keresőkérdéseket meg kell fogalmazni a sikeres keresés érdekében, ahogy azt 1.8. - 2. ábra is mutatja.

SELECT ALL WHERE NÉV = "CO" AND ÉRTÉK > 115

1.8. - 2. ábra Kérdés megfogalmazása az adatbázis-kezelő rendszer számára

Az adatbázis használhatósága

Egy adatbázis használhatóságát nagyban meghatározza a felépítése, hogy mennyire sikerül a létrehozóinak eltalálni azt a gondolkodásmódot, amivel majd a felhasználók közelednek az adatokhoz. Vajon azokat a mezőket indexelik-e (teszik kereshetővé), ami alapján a felhasználók keresni, válogatni akarnak az adatok között? Megfelelően bontják-e azokat, avagy éppen összesítik? S megadják-e azokat a kísérő információkat, amik alapján a felhasználó eldöntheti, valóban ezeket az adatokat keresi, és a rögzítésük körülményei alapján el tudja-e őket fogadni hitelesnek. Megfelelőek-e a mérési körülmények, mikoriak az adatok, megadták-e a mértékegységet, és az megfelel-e a többi adathoz való viszonyításhoz, és még lehetne sorolni, mi mindent kell figyelembe venni egy-egy adat felhasználásához, ha már megtaláltuk. Azoknak az adatoknak, melyeket felhasználunk valamely munkánkhoz mindig jegyezzük fel a forrását!

Sokszor előfordul, hogy az adatbázisként hirdetett oldal és szolgáltatás nem más, mint egy adatgyűjtemény, melyhez semmilyen keresési módszert az átolvasáson kívül nem biztosítottak. Ezek valójában nem adatbázisok, a fent felsorolt ismérveknek nem felelnek meg, mégis tartalmazhatnak hasznos információkat.

Különleges internetes adatbázis forma még a linkgyűjtemény, ami szintén elképzelhető, hogy csak egy felsorolás, esetleg igen csekély mértékű kereshetőséggel, mégis nagy segítséget nyújthat, hisz más, esetleges számunkra értékes információkat tartalmazó oldalakra mutathat tovább. Ezen linkgyűjtemények közül kiemelném a lap.hu oldalakat, s azon belül is a kornyezetmernok.lap.hu oldalt.

1.8.2. Környezetvédelmi adatbázisok, és adatbázissokkal foglalkozó oldalak

-=:KÖZÖLD.HU:=-
(http://www.kozold.hu/index.html)

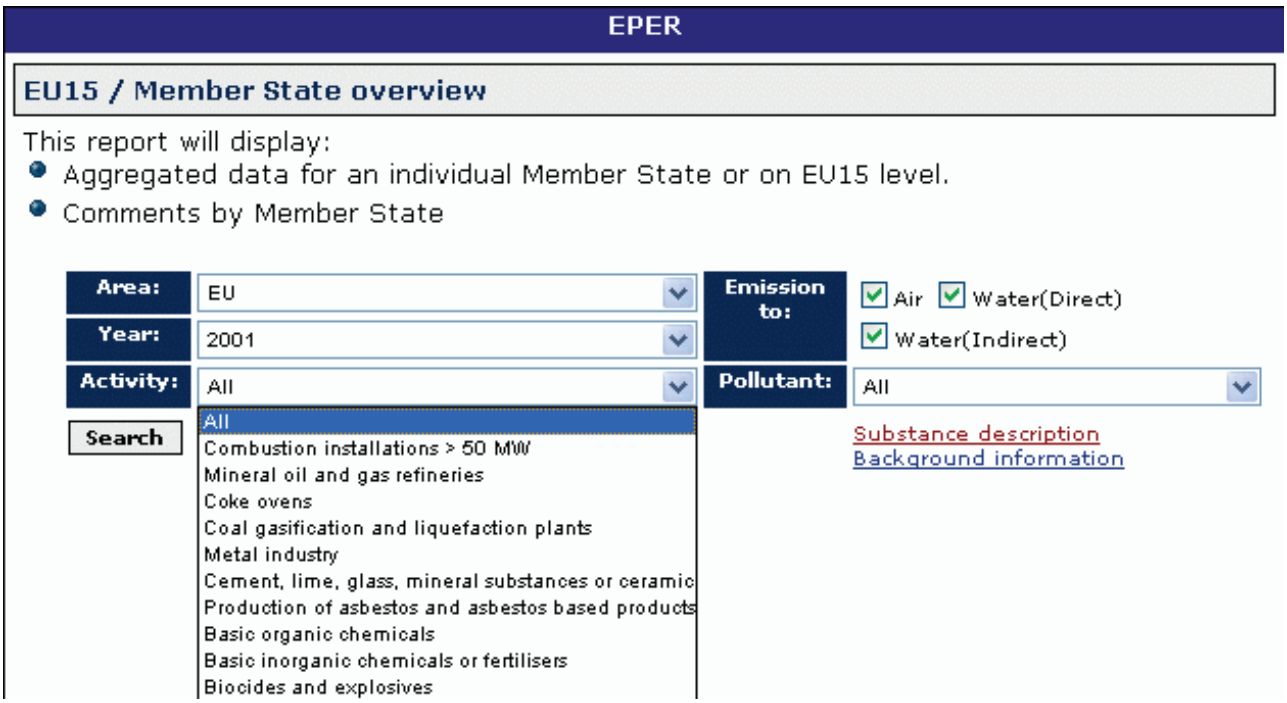
Egy tematikus oldal, adatbázis gyűjteménnyel. A NET előnyeit kihasználja nem is minden adatbázist ők kezelnek, de innen linkkel juthatunk el a megfelelő oldalra. Maguk az adatbázisok is struktúrába vannak rendezve, hiszen eleve választhatunk a négy alapvető témakör (föld, víz, tűz, levegő) közül. A tűz témakör egyébként az energiahordozókkal kapcsolatos témákat fedi.

EPER - European Pollution Emission Register
(http://www.kvvm.hu/szakmai/eper/index.htm, http://www.eper.cec.eu.int/eper/)

Az EPER adatszolgáltatás elsődleges célja a szennyezőanyag kibocsátások felmérése és a jelentős kibocsátások nyilvántartása, az ipari tevékenységekről és azok szennyezőanyag

kibocsátásairól összehasonlítható adatok gyűjtése, és az adatok megküldése az EU Bizottságnak, mely összegzi és közzéteszi azokat.

Itt a témakör kiválasztása után a mezőkben előre megadott értékek közül választhatunk, és egyéb módokon is szelektálhatunk az adatok között. A választást megkönnyítik a magyarázó szövegek. Az 1.8. - 3. ábra mutatja, hogyan határozhatjuk meg a keresett adatok körét.

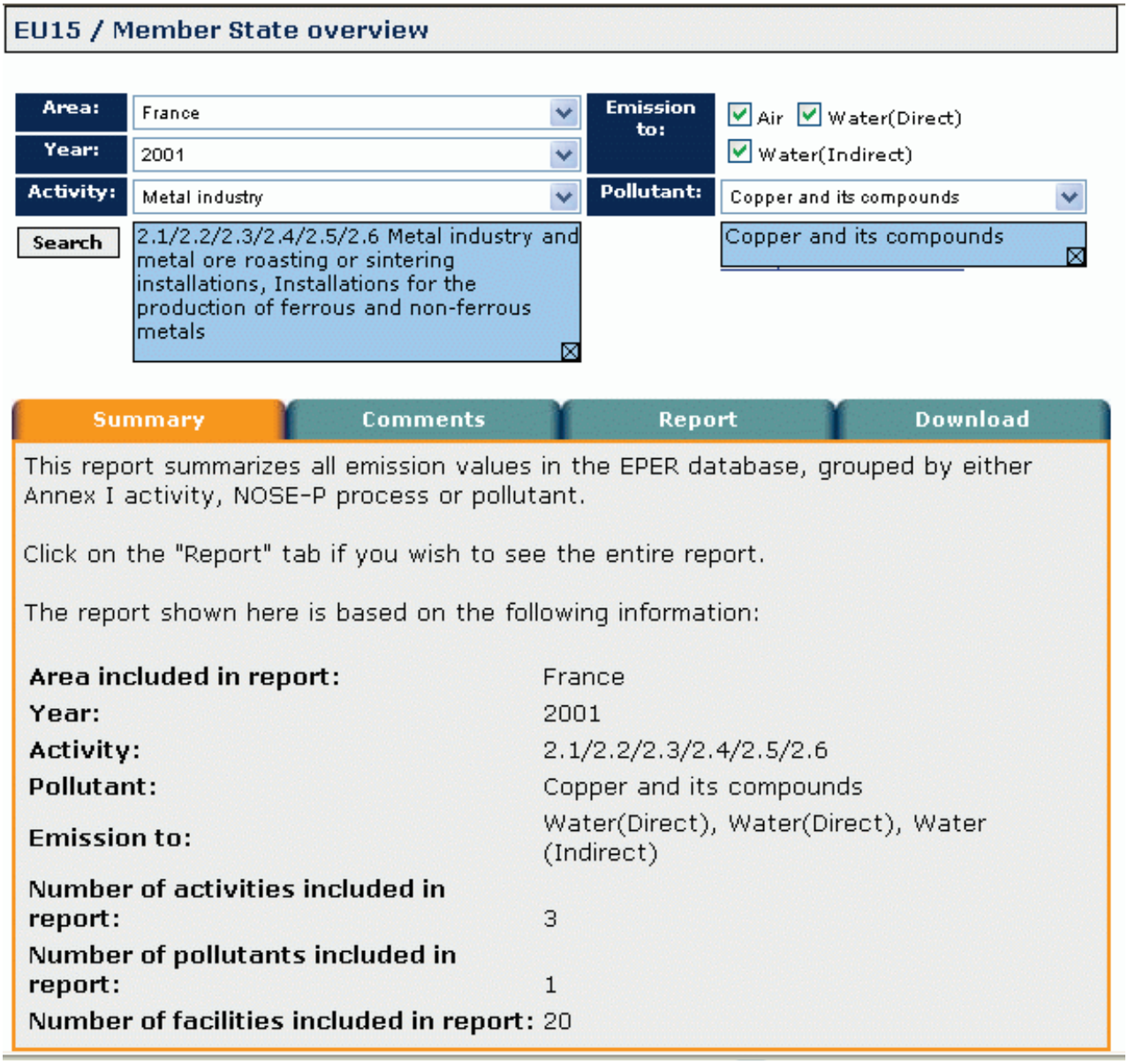


1.8. - 3.. ábra Keresés beállításai az EPER adatbázisban

A [Search] gomb megnyomásával pedig megkapjuk a beállításnak megfelelő adatokat egy új képernyőn. A munka megkönnyítése érdekében, itt legfelül újfent olvashatjuk azokat a feltételeket, amiket mi állítottunk be a keresés megkezdése érdekében. A képernyőn több fül is látható és aktiválható. Az 1.8. - 4. ábra az elsőként megjelenő képernyőt mutatja, mely az első fülhöz tartozik. Az aktív fül színe narancssárga, míg a többi zöldes.

Mint látható, az egyik fül aktiválásával az adatokat le is tölthetjük, a rendszer a CSV és XML formátumot ajánlja fel, illetve kérhetjük az adatokat nyomtatásban is. A letöltés lehetővé teszi, hogy a megkapott adatokkal tovább dolgozhassunk saját gépünkön.

Amennyiben elakadunk a rendszer használatában, több nyelven is rendelkezésünkre áll a használati útmutató.



1.8. - 4. ábra A keresés eredménye az EPER rendszerben

EnviroInfo

(http://www.deb.uminho.pt/fontes/enviroinfo/)

Az EuroInfo valójában egy linkgyűjtemény, mely a környezettudomány és környezettechnológia témakörében tartalmaz hasznos információkat szervezetekről, publikációkról, adatbázisokról, több al-témakörre (légszennyezés, biotechnológia, törvénykezés, ökológia, stb.) bontva. Már magában a linkgyűjteményben is lehet keresni, ha meglátogatjuk az oldaltérképet. Erről a weboldalról több ezerfelé vihet az út, a felhasználó igényeinek megfelelően.

1.9. TÉRINFORMATIKAI ALAPOK

1.9.1. Térbeli jelenségek ábrázolása vektoros modellekben

Térbeli jelenségek

A térbeli jelenségek vizsgálatának célja valamilyen valós földrajzi tér, és az abban elhelyezkedő jelenségek vizsgálata. Ilyen jelenségek pl. a területhasznosítás foltjai, völgyek talpvonalai, de a felszín magassági értékei is.

Vizsgáljuk meg a térbeli jelenségek néhány sajátosságát a földrajzi információs rendszerek szempontjából.

A térbeli jelenségek tulajdonságai

A térbeli jelenségeket két csoportra oszthatjuk térbeli folytonosságuk alapján. Megkülönböztethetünk diszkrét és folytonos jelenségeket.

Diszkrét jelenségek (Discrete features)

A diszkrét jelenségek a térben egymástól jól elhatárolhatóan helyezkednek el és meghatározott határvonalakkal rendelkeznek. Tematikus térképekként is felfoghatjuk őket, például egy úthálózat útjait meghatározott szélességgel és hosszúsággal rendelkező vonalakkal ábrázolhatjuk. Egy geológiai térképen a különböző geológiai, kőzettani tulajdonságokkal rendelkező kőzetek közötti határokat tüntetjük fel. Minden egyes területhez meghatározott értékek tartoznak (mint pl. típus, sűrűség, vízáteresztő képesség). A diszkrét jelenségeket térbeli kiterjedésük alapján három különböző csoportba oszthatjuk: pont, vonal és területi (poligon) jelenségek. Egyes jelenségek kerülhetnek több csoportba is a méretaránytól függően. Pl. ugyanazon város nagy méretarányú ábrázoláskor pontként, míg kisebb méretarányú ábrázoláskor poligonként kerülhet a modellünkbe.

Pontszerű jelenségek

Ide tartoznak a térbeli kiterjedéssel nem rendelkező jelenségek, valamint azok, amelyek ugyan rendelkeznek térbeli kiterjedéssel, de ábrázolása csak pontszerűen lehetséges az adott felbontás (méretarány) alkalmazása mellett. Az előbbiekre jó példák a hegycsúcsok, míg utóbbiakra a már említett városok. Az egyes jelenségek nem fedik le a teret.

Vonalas jelenségek

Azok a jelenségek tartoznak ide, amelyeknek az alkalmazott felbontás mellett csak egy irányú kiterjedésük van (hossza van, de szélessége nincs), így vonalakkal ábrázolhatóak. Ide tartozhatnak az utak, folyók, de olyan térbeli jelenségek is, amelyeknek ténylegesen nincs szélességük, pl a határok. A teljes vizsgált területet, hasonlóan a pontszerű jelenségekhez, itt sem fedik le a jelenségek.

Területi vagy poligon jelenségek

A jelenségeink az adott felbontás mellett több irányú kiterjedéssel rendelkeznek, ábrázolásuk foltokkal történik. Itt már a poligonok lefedhetik az egész vizsgált területet, de bizonyos esetekben a jelenségek között találunk a vizsgálat számára fontos jelenséget nem tartalmazó területeket.

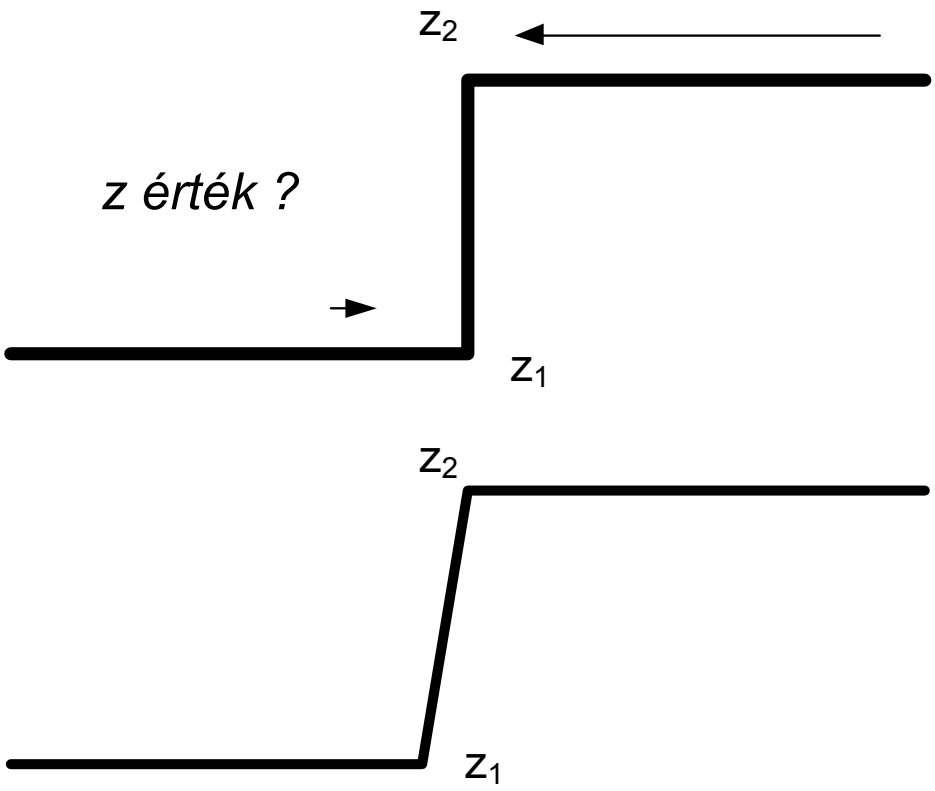
Poligon jelenségek pl. az országok, házak, a területhasznosítási kategóriák foltjai, stb.

Folytonos jelenségek (Continuous features)

A folytonos jelenségek térben nem diszkrétek. Az adatok között éles határ nem húzható, a térben mindenhol folyamatos átmenet van két adat között. Felületként is felfoghatjuk őket. Megadásuk történhet matematikai függvényekkel vagy (x,y) értékek és hozzájuk tartozó attribútum

(z érték) segítségével. Egy kézenfekvő példa a földfelszín, amely mindenhol folyamatos, nincsenek benne szakadások. A matematikából is vehetünk példát: pl. egy gömbfelület felszíne.

Ezeknek a felületeknek egy speciális típusa, amikor egy (x,y) koordinátához pontosan egy z értéket rendelünk hozzá. Ezeket a felületet funkcionális felületnek is nevezzük (functional surfaces). Jól használható a szárazföld magassági viszonyainak ábrázolására, de segítségével leírhatjuk a talajvíztükör mélységét, geológiai rétegek mélységi viszonyait. Matematikailag a $z = A + Bx + Cy$ kifejezéssel jellemezhetjük. A funkcionális felületeket gyakran 2.5 dimenziós felületeknek is nevezzük. A FIR-ben a földfelszínt funkcionális felületként ábrázoljuk, ami azt is jelenti, hogy bármely irányból közelítünk meg egy (x,y) koordinátával jellemzett pontot a z érték független lesz a megközelítés irányától. Ezzel szemben a nem folytonos felszínek esetében közelítési iránytól függően kaphatunk különböző z értékeket (1.9. - 1. ábra).



1.9. - 1. ábra A z értékek lehetséges értékei megközelítéstől függően nem funkcionális, és funkcionális felületek esetén

Az általános felületek modellezésére általában CAD rendszereket használhatunk, míg földrajzi vizsgálatoknál a legtöbb esetben elegendő a funkcionális felületek használata, hiszen a vizsgálat tárgyai a föld felszínén helyezkednek el illetve sok esetben magát a földfelszínt (pl. geomorfológia), vagy a föld felszínéhez hasonlóan ábrázolható felületeket elemezzük.

A jelenségeket jellemző értékek jelentése

A földrajzi jelenségeket különböző értékekkel, számokkal jellemezhetjük a FIR-ekben. Ha számokat használunk, az értékek típusának ismerete rendkívül fontos, hiszen az adatok értékelésénél meghatározza lehetőségeinket. A számokat nem kezelhetjük egyformán, mindig

tisztában kell lenni azok jelentéstartalmával, még ha ez az adatmodellből nem is mindig derül ki. Pl. egy 30 méter magas épület háromszor olyan magas, mint egy tíz méter magas, de egy versenyen az első helyezés nem jelenti azt, hogy a győztes kétszer jobb, mint a második helyezett. Ugyanazt a jellemzőt többféleképpen is kifejezhetjük. Pl egy épület korát jellemezhetjük építési dátumával vagy az építés óta eltelt idővel is. A százéves épület kétszer idősebb az ötven éves épületnél, de 1898 nem kétszerese 1948-nak. Ennek megfelelően négy típusra oszthatjuk a mérési rendszereket és a tárolt változókat: arány, intervallum, rang, és osztály típusú.

Arány típus

Az ide tartozó mérési rendszerekben az értékeket lineáris skálán egy rögzített valódi nulla ponthoz viszonyítjuk. Az arány típusú értékek körében alkalmazhatóak a matematikai műveletek, az eredmény értelmezhető lesz. Ilyen rendszerek, pl. a távolságok, súly, térfogat, életkor, abszolút hőmérséklet, stb.

Intervallum típus

Hasonlóan az arány típushoz az értékek itt is lineáris skálán mozognak, de a skálának nincs igazi nulla pontja, a skála egy tetszőleges pontját vesszük nullának, és a többi értéket ehhez viszonyítjuk. Értékelhetjük különbségek mértékét, relatív összehasonlításokat tehetünk, de arányokat, hányadosokat nem képezhetünk. Ezekre a rendszerekre példa a Celsius hőmérsékleti skála (nulla pontja nem az abszolút nulla hőmérséklet), az évszámok, stb.

Rang (ordinális) típus

Az ordinális típusú értékek helyzetet, pozíciót mutatnak. Az eltérés nagyságára, arányára azonban nem utal, csak egymáshoz képesti elhelyezkedést mutat. A rendszerben csak összehasonlításokat tehetünk Az első, második,..., vagy az iskolai osztályzatok, katonai rendfokozatok jó példák az ordinális típusú értékekre.

Osztály (nominális) típus

Ebben a csoportban a rendszeren belüli különböző értékek csak a jelenségek különbözőségére utalnak, az egymáshoz képesti viszonyukról azonban semmiféle információt nem hordoznak. Az értékek minőségi, és nem mennyiségi jelentéssel bírnak. Általában valamiféle kódok, amelyek a különböző jelenségek megkülönböztetésére szolgálnak. Lehetnek szabványos, mindenki által használt egységes kódok, de lehetnek saját magunk által a feladat érdekében létrehozott kódok is. Nominális típusba tartoznak, pl a személyi számok, telefonszámok, az autóutak jelzései (E5, M5, M1, 8, stb), a különböző területhasznosítási kategóriákhoz rendelt kódok, stb.

Jelenségek modellezése adatmodellekkel

Az egyik fő feladatunk tehát a jelenségek, illetve térbeliségük, időbeli változásuk ábrázolása. Két különböző modell terjedt el erre a célra, a raszter-, és a vektor alapú rendszerek, illetve ide vehetjük kettejük keverékét is, az un. hibrid rendszereket. Raszter, vagy cella alapú információs rendszerek, és a vektoros alapú rendszerek különbözőképpen vizsgálják a térbeli jelenségeket. A raszteres rendszerek a térben található jelenségeket, míg a vektoros rendszerek a jelenségek térbeli elhelyezkedését vizsgálják. Míg a vektoros modellben a "hol van?", addig a raszteres modellben a "mi van ott?" kérdésekre kaphatunk könnyebben választ. A vektoros rendszerek az objektumokat,

és azok jellemzőit tárolja. Ezen jellemzők között találhatjuk az adott jelenség térbeli elhelyezkedését mutató adatokat (x,y koordináta, kiterjedés, z koordináta, stb.). A raszter alapú rendszerek ezzel szemben a teret osztják fel szabályos, különálló részterületekre. Ezeket a részterületeket celláknak hívjuk. Minden cella a vizsgált terület egy jól definiált részlete. A modellben a cellák területén található jelenségek vizsgált jellegzetességét tároljuk.

1.9.1.1. Vektor alapú modellek

A vektoros alapú FIR-ek közös jellemzője, hogy a jelenségek térbeli elhelyezkedését pontok (pontszerű jelenségek), pontsorozatok (vonalas jelenségek), illetve záródó pontsorozatok (területi jelenségek) segítségével írjuk le. A pontok koordinátái mindig az aktuális leképezésnek megfelelően adjuk meg. A modell nem tartalmaz köríveket, és egyéb geometriai primitíveket ellentétben pl. a CAD rendszerekkel, hanem a méretaránynak megfelelő sűrűségű pontsorozatokkal közelíti azokat.

A modellben minden ábrázolt jelenséghez tartozik egy egyedi azonosító, amely segítségével hivatkozhatunk a jelenségekre. Attól függően, hogy modellünk tartalmaz-e a jelenségek térbeli kapcsolatára utaló információkat, megkülönböztetünk, un. "*spagetti*" és *topológiai* modelleket. Előbbinél két jelenség térbeli kapcsolatáról csak koordinátáik vizsgálatával kaphatunk információkat, míg a topológiai modellek esetén a kapcsolatok nagy része leírt.

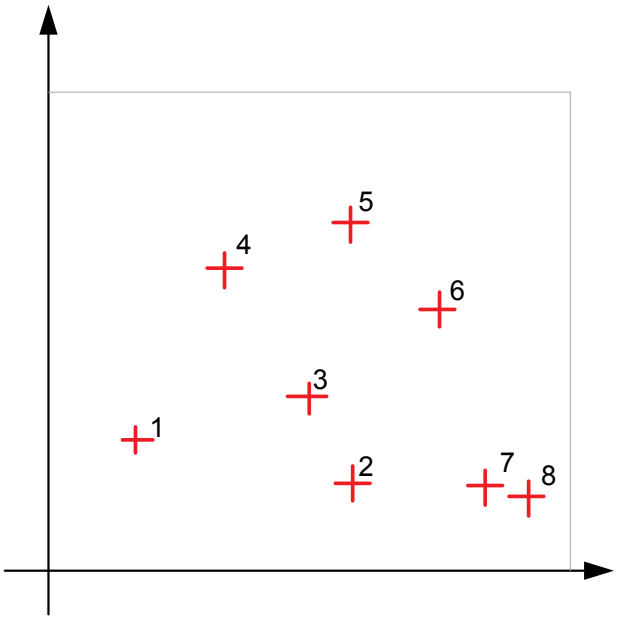
Először vizsgáljuk meg a jóval egyszerűbb felépítésű spagetti modellt, de a későbbiekben általában feltételezzük a topológiai modell meglétét. A két modell összehasonlítását az azonos jelenségekre vonatkozó példák segítik.

A spagetti modell

Lényege az, hogy minden egyes vonalas objektumot egy a vonal töréspontok koordinátáiból álló sorozat (adatmondat vagy sztring) ábrázol a gép memóriájában (Sárközy). Ebben a modellben nem foglalkozunk a jelenségek térbeli kapcsolataival, azaz nem tároljuk, hogy két terület határos-e, két vonal találkozik-e, stb. Ennélfogva a modell felépítése egyszerű, viszont a közös határokat, vonalakat többször kell tárolnunk, esetleges módosítás során előfordulhat, hogy több helyen ugyanazt a módosítást kell elvégezni. Ezt az adatmodellt használja, pl. a Mapinfo nevű FIR. A módszernek több hátránya van, a legnagyobb az, hogy a koordináták keresése szekvenciális s ez lelassítja a műveleteket különösen a szerkesztési-javítási eljárásokat. A másik probléma a területek digitalizálásánál lép fel.

Pontszerű jelenségek ábrázolása spagetti modellben

Ha a jelenségeinket pontként ábrázoljuk, akkor úgy járunk el, hogy egy táblázatban tároljuk a jelenségek azonosítója mellett annak térbeli x és y koordinátáit (1.9. - 2. ábra).

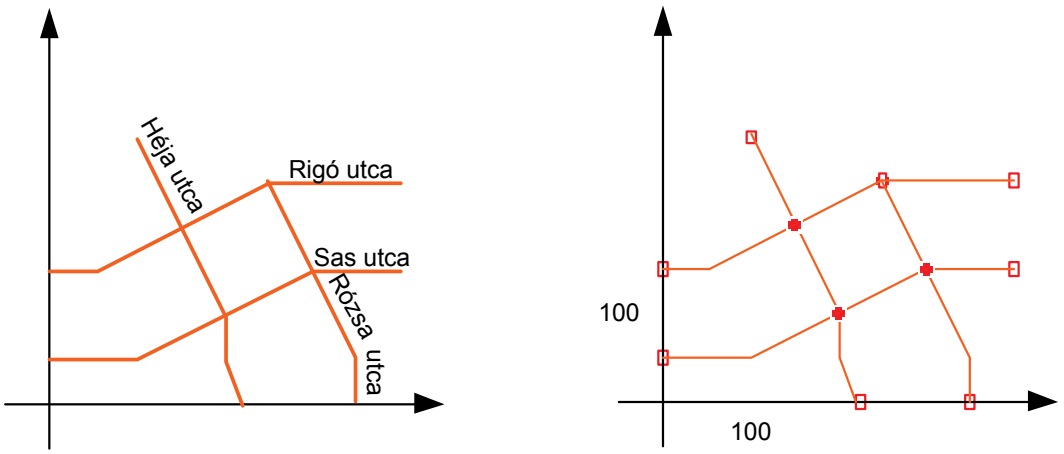


Azonosító	Koordináták
1	[89,2 ; 91,8]
2	[233,8 ; 68,0]
3	[218,9 ; 135,9]
4	[166,8 ; 237,3]
5	[237,4 ; 264,6]
6	[313,2 ; 211,7]
7	[333,5 ; 68,8]
8	[343,2 ; 61,8]

1.9. - 2. ábra Pontszerű jelenség ábrázolása spagetti modellben

Vonalas jelenségek ábrázolása spagetti modellben

Vonalas jelenségeket x;y koordinátapárok sorozatával írhatjuk le. A vonalak keresztezhetik egymást, innen a spagetti elnevezés. Az egész egy nagy tál spagettire (vagy makarónira - ízlés szerint) emlékeztet, amelyben a tészták egymáson keresztül-kasul tekeregnek (1.9. - 3. ábra).

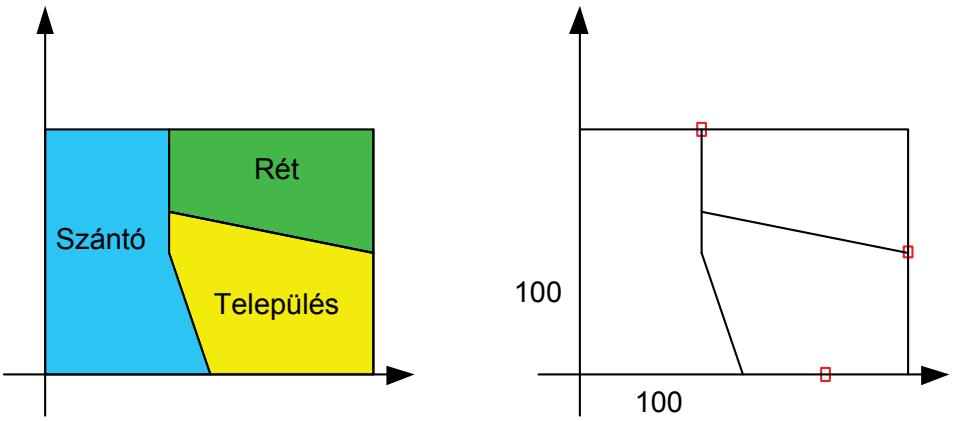


Azonosító	Koordináták	Leírás
1	[0 ; 150] [50 ; 150] [250 ; 250] [400 ; 250]	Rigó utca
2	[0 ; 50] [100 ; 50] [300 ; 150] [400 ; 150]	Sas utca
3	[250 ; 250] [350 ; 50] [350 ; 0]	Rózsa utca
4	[100 ; 300] [200 ; 100] [200 ; 50] [225 ; 0]	Héja utca

1.9. - 3. ábra Vonalas jelenségek ábrázolása spagetti modellben

Területi jelenségek ábrázolása spagetti modellben

A területi jelenségek ábrázolása sokban hasonlít a vonalas jelenségek ábrázolására, azzal a különbséggel, hogy a leírt vonal záródik, az első, illetve az utolsó koordinátája megegyezik. Megfigyelhetjük a modell egyik hiányosságát, hogy a közös határvonalakat több helyen is tárolni kell. Így ha pl. két terület közös határvonala változik, nem elég egy helyen módosítani a koordinátákat (1.9. - 4. ábra).



Azonosító	Koordináták	Leírás
1	[0 ; 300] [150 ; 300] [150 ; 150] [200 ; 0] [0 ; 0] [0 ; 300]	Szántó
2	[300 ; 0] [400 ; 0] [400 ; 150] [150 ; 200] [150 ; 150] [200 ; 0] [300 ; 0]	Település
3	[400 ; 300] [150 ; 300] [150 ; 200] [400 ; 150] [400 ; 300]	Rét

1.9. - 4. ábra Területi jelenségek ábrázolása spagetti modellben

Topológiai modell

A topológia egy olyan matematikai tudomány, mely bizonyos geometriai tulajdonságokból kiindulva, azok általánosítása alapján, algebrai törvényszerűségeket határoz meg. **A geometriai topológia a téralakzatok azon tulajdonságait vizsgálja, melyek nem változnak az idomok szakadásmentes torzítása során.** Ilyenek a *szomszédság, folyamatosság, tartalmazás* **(Sárközy).** Ebben a modellben a térbeli kapcsolatok leírása is igen nagy hangsúlyt kap. A topológia létrehozása, és karbantartása bonyolult feladat, az adatok geometriai minőségével szemben magasak az igények (pl. vonalak pontos csatlakozása). Cserébe viszont a tárolási költségek radikálisan lecsökkenhetnek, és a FIR műveletek sokkal bővebb tárháza áll rendelkezésünkre, mint a spagetti modellben.

Ezt a modellt használják. pl. Arc/Info, TNT Mips.

A topológiai modell sajátosságai Sárközy alapján az alábbiakban foglalható össze.

Míg a sphagetti modell csak vonaldarabokkal operál, a topológiai modell a topológiai törvényszerűségek kiaknázását lehetővé tevő adat típusokat is értelmez. Bár a topológiai modell is metrikus térben helyezkedik el, melynek alapja a koordinátás pontok halmaza s a köztük definiált távolság fogalom, a pontok a topológiai struktúra felépítésében játszott szerepük alapján különböző típusokra oszthatók, ezek:

a. ***önálló pont***;
b. ***lánc (ív) részét képező pont;***
c. ***csomópont.***

Az ***önálló pont*** a valóság modellezése során kapott olyan objektumok leírására szolgál, melyek területi kiterjedése elhanyagolható. Ilyen objektumok lehetnek a kutak, források, geodéziai alappontok, tv-, vagy rádióadó antennák, hidroglóbuszok, kémények, vezetéktartó oszlopok stb.

A terepi objektumok egy másik csoportja ***vonalakkal*** modellezhető, ilyenek a vízfolyások, utak, vasutak, csővezetékek, föld alatti és föld feletti kábelek stb. A vonalas objektumok *töréspontokat* tartalmaznak, melyek valamely (általában lineáris) törvényszerűségen alapuló összekötése szolgáltatja a vonalas objektumot. Míg azonban a sphagetti modellben a vonalat alkotó pontok egyenrangúak, addig *a topológiai modell a vonalakban kétféle ponttípust különböztet meg:* a láncolatot (ívet) alkotó **töréspontot** és a **csomópontot**.

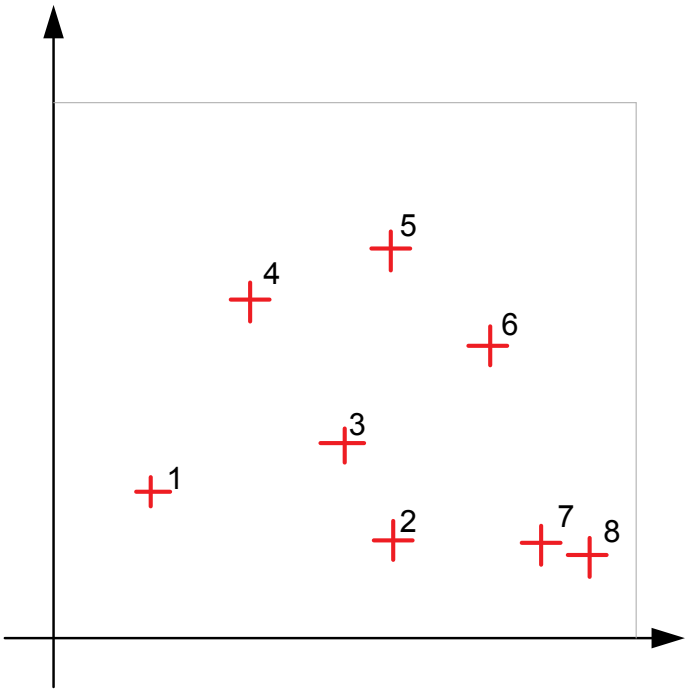
A töréspontok valamely egymásutánja alkotja a ***láncot***, mely mindig két csomópont között helyezkedik el és az egyik csomópontról a másikra mutat, **azaz a lánc irányított**. A csomópontok a láncok végein helyezkednek el, ez vagy abból adódik, hogy a vonalas objektumnak a csomópontban vége van, vagy abból, hogy a csomópontban az objektum elágazik, vagy más vonalas objektummal metsződik. Következésképpen egy vonalas objektum általában kettőnél több csomópontot is tartalmaz.

Mivel folyamatos területlefedés esetén egy-egy lánc egyidejűleg két poligonnak is része, értelmezhető a lánc leírásánál, irányítottságának megfelelően, a jobboldali illetve baloldali poligon fogalma is. Az irányított láncok eredményesen alkalmazhatók az u.n. *szigetek* kezelésénél.

A topológiai modell fő előnyei a sphagetti modellel szemben elsősorban a tárolás, lekérdezés és karbantartás területén jelentkeznek.

Pontszerű jelenségek ábrázolása topológiai modellben

A pontszerű jelenségek tárolás hasonlóképpen történik, mint a spagetti modellben. Minden pont x;y koordinátáját tároljuk egy táblázatban (1.9. - 5. ábra).

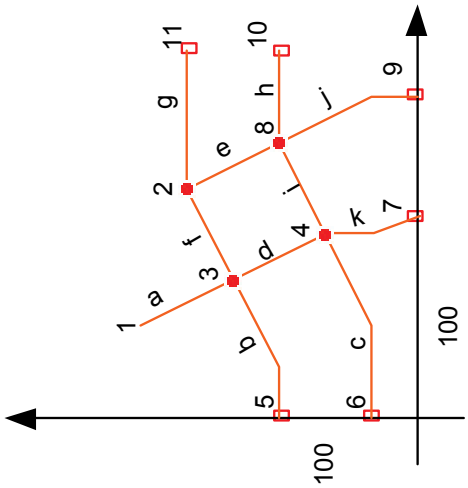


Azonosító	Koordináták
1	[89,2 ; 91,8]
2	[233,8 ; 68,0]
3	[218,9 ; 135,9]
4	[166,8 ; 237,3]
5	[237,4 ; 264,6]
6	[313,2 ; 211,7]
7	[333,5 ; 68,8]
8	[343,2 ; 61,8]

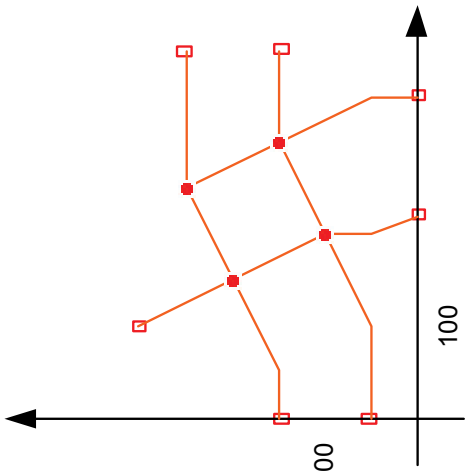
1.9. - 5. ábra Pontszerű jelenségek ábrázolása topológiai modellben

Vonalas jelenségek ábrázolása topológiai modellben

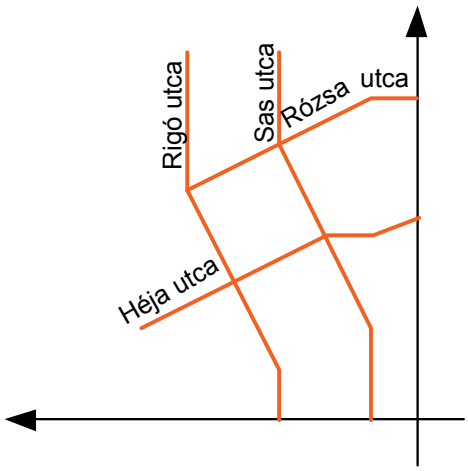
A vonalak ábrázolásánál a legfontosabb kikötés, hogy két vonal nem keresztezheti egymást (1.9. - 6. ábra). A vonalak csomópontokban (node) végződnek. Attól függően, hogy egy csomópontból hány vonal indul ki megkülönböztetünk lógó csomópontokat (1 vonal indul), pszeudo csomópontokat (2 vonal indul), illetve normál csomópontokat.(3 vagy annál több vonal indul). A lógó csomópont előfordulhat pl. utcahálózat zsákutcájának végpontján. A pszeudo-csomópont az önmagukba záródó vonalak esetén fordul elõ pl. záródó szintvonalaknál, de jelenlétének lehetnek technikai okai is (pl. az ARC/Info egy vonalon csak 500 töréspontot engedélyez, és ezt túllépve automatikusan egy pszeudo csomópontot helyez el a vonalon). Megjelenik egy topológiákat tartalmazó táblázat, az un. vonal-csomópont topológia (arc-node topology). Ez tartalmazza, hogy melyik csomópontban melyik vonalak találkoznak. (pl. egy utcahálózatnál a kereszteződésekből kiinduló utcákat. Így pl. könnyen megmondhatjuk, hogy melyik utca melyiket keresztezi.)



Csomópont-azonosító	Kiinduló vonalak
1	a
2	e, f, g
3	a, b, d, f
4	c, d, i, k
5	b
6	c
7	k
8	e, i, j, h
9	j
10	h
11	g



Vonal-azonosító	Kezdő csomópont	Befejező csomópont	Törés-pontok
a	1	3	-
b	5	3	[50 ; 150]
c	4	6	[100 ; 50]
d	3	4	-
e	8	2	-
f	3	2	-
g	2	11	-
h	10	8	-
i	8	4	-
j	9	8	[350 ; 50]
k	4	7	[200 ; 50]

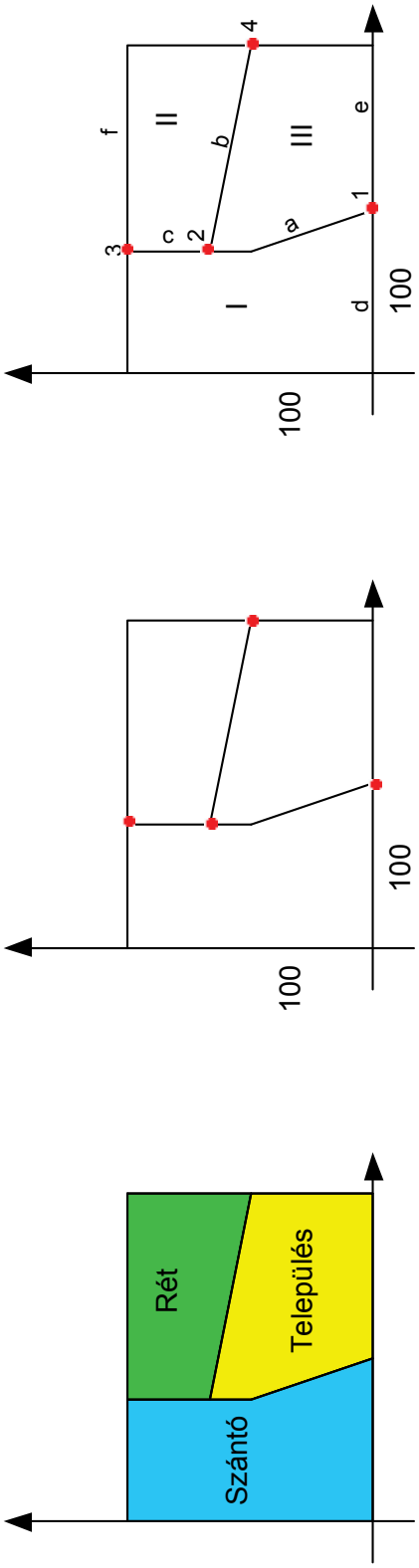


Csomópont-azonosító	Koordináták
1	[100 ; 300]
2	[250 ; 250]
3	[150 ; 200]
4	[200 ; 100]
5	[0 ; 150]
6	[0 ; 50]
7	[225 ; 0]
8	[300 ; 150]
9	[350 ; 0]
10	[400 ; 150]
11	[400 ; 250]

1.9. - 6. ábra Vonalas jelenségek ábrázolása topológiai modellben

Területi jelenségek ábrázolása topológiai modellben

A topológiai modellben minden vonalakkal határolt zárt területet poligonként értelmezünk. Két új topológiát tartalmazó táblázatot alkalmazunk: poligon-vonal topológiát (polygon-arc topology) és a szomszédsági topológiát. Ez előbbi tartalmazza, hogy melyik poligont melyik vonalak határolják, utóbbi pedig, hogy a vonalak jobb illetve bal oldalán mely poligonok találhatóak (1.9. - 7. ábra).



Poligon-azonosító	Felépítő vonalak	Leírás
I	a, c, d	Szántó
II	b, c, f	Rét
III	a, b, e	Település

Vonal-azonosító	Kezdő csomópont	Befejező csomópont	Törés-pontok
A	2	1	[150 ; 150]
B	2	4	-
C	3	2	-
D	1	3	[0;0] [300 ; 0]
E	1	4	[400 ; 0]
F	3	4	[400 ; 300]

Vonal-azonosító	Baloldali poligon	Jobboldali poligon
A	III	I
B	II	III
C	II	I
D	-	I
E	III	-
F	-	II

Csomópont-azonosító	Koordináták
1	[200 ; 0]
2	[150 ; 200]
3	[150 ; 300]
4	[400 ; 150]

Csomópont-azonosító	Kiinduló vonalak
1	a, d, e
2	a, b, c
3	c, d, f
4	b, e, f

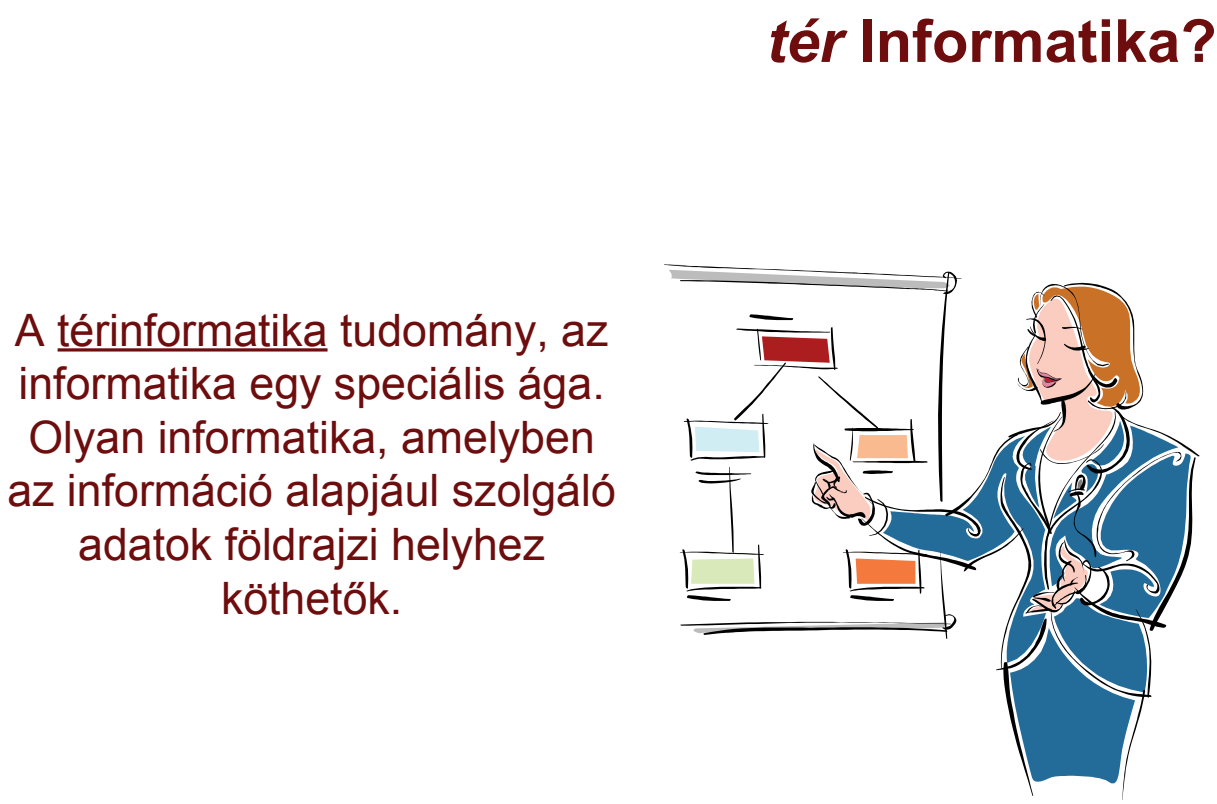
1.9. - 7. ábra Területi jelenségek ábrázolása topológiai modellben

1.9.2. Irodalom:

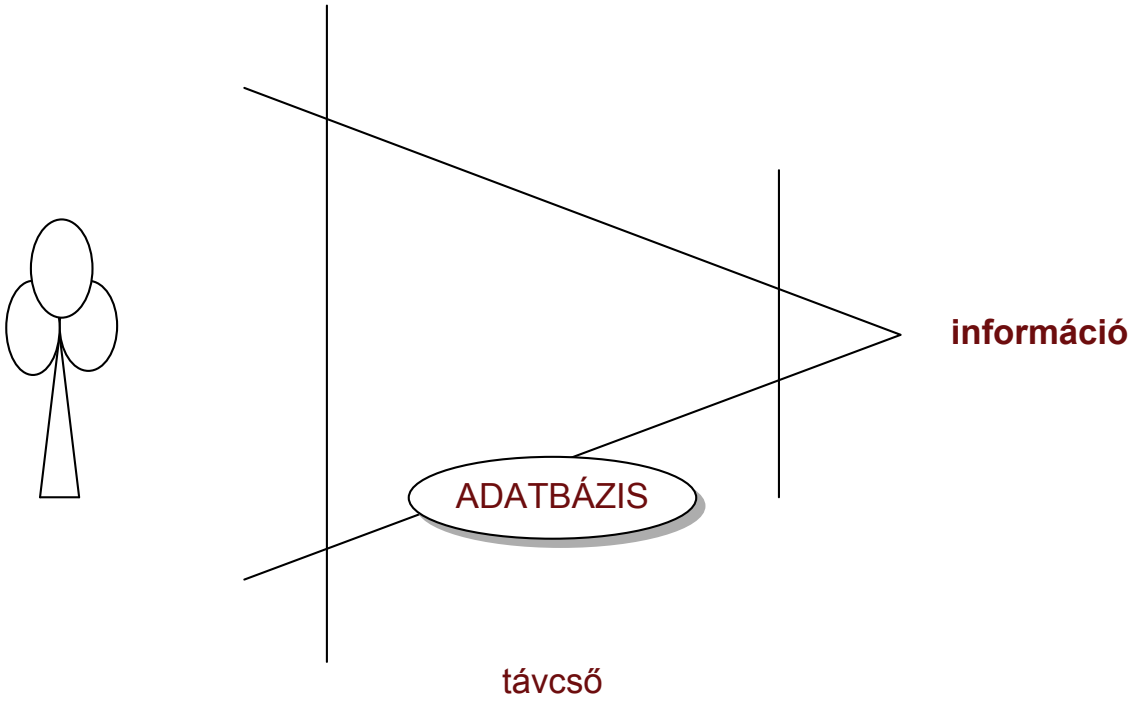
Detrekői Á. – Szabó Gy.: Bevezetés a térinformatikába, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest 2000
Mucsi L. – Kiss R.: GIS modellek, Phare HU0008-02 SZTE – Térinformatika tananyag, Szeged 2004
Sárközy F.: Térinformatika - http://www.agt.bme.hu/tutor_h/terinfor/tbev.htm

1.10. Térinformatika

A térinformatika az informatika azon ága, ahol az információ (pontosabban az információt reprezentáló adatok) térbeli kapcsolatokkal rendelkeznek (1.10. - 1. ábra). A térinformatikai rendszer valamely földrajzi helyhez, valamint időhöz kapcsolódó információk helyzeti és leíró adatok gyűjtésére, tárolására, felújítására, feldolgozására, elemzésére és megjelenítésére szolgál. A térinformatika elméleti fogalom, a földrajzi információs rendszer (rövidítve: FIR, angolul: Geographical Information System , rövidítve: GIS) ennek az eszköze (1.10. - 2. ábra). A különböző célú földrajzi információs rendszerek néhány alternatív elnevezésére mutat rá a 1.10. - 3. ábra.



1.10. - 1. ábra: A térinformatika fogalma (Márkus)



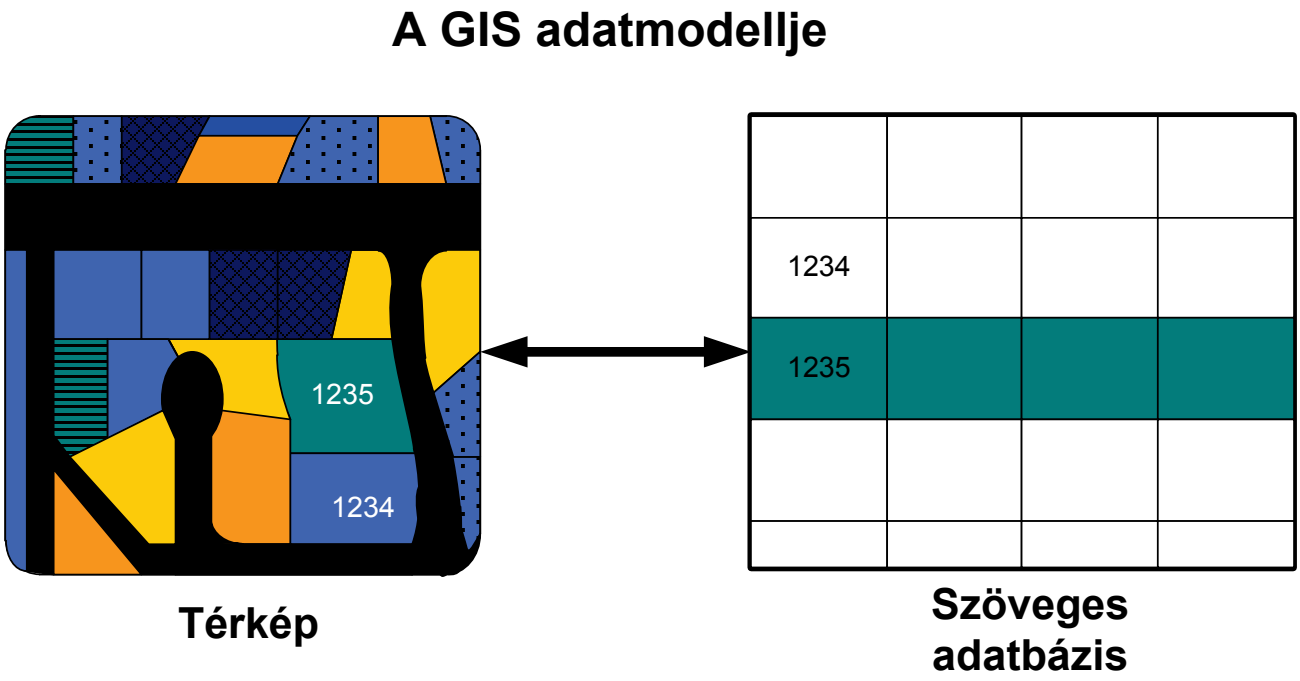
1.10. - 2. ábra: A GIS fogalma (Márkus)

Alternatív kifejezések a földrajzi információs rendszerre

Földrajzi Információs Rendszer
Geoinformációs Rendszer
Térbeli Információs Rendszer
Területi Információs Rendszer
Regionális térinformatikai rendszer
Települési információs rendszer
Környezeti információs rendszer
Természeti erőforráskezelő rendszer
Számítógépes közműnyilvántartó rendszer
Többcélú kataszteri rendszer
Automatizált térképező rendszer

A térinformatika és a földrajzi információs rendszer (GIS) szerepe az információs rendszereken belül

Legfontosabb témakörei: a térbeli információs rendszerek elméleti és gyakorlati megvalósítása, alfanumerikus és térképi adatok egységes kezelése, feldolgozása és megjelenítése (1.10. - 4. ábra).



1.10. - 3. ábra: A GIS adatmodellje (Elek)

A térinformatikai szoftverek osztályozása

A térinformatika konkrét termékben testet öltött megvalósítását GIS-nek, LIS-nek (Land Information System = földadat információs rendszer) vagy AM/FM-nek (Automated Mapping/Facility Management = automatikus térképezés/közműnyilvántartás) nevezzük. A GIS egy olyan számítógépes rendszer, amely a térbelileg vonatkoztatott geometriai adatok és hozzájuk kapcsolódó attribútumok kezelésére és elemzésére szolgál. A GIS elsősorban a kutatás és a környezeti állapotrögzítés és nyomon követés (monitorozás), az elemzés, a szimuláció és a tervezés eszköze. A GIS egy igen hatékony döntéstámogatási eszköz, amely geometriai és szöveges adatbázisokból, valamint olyan eljárásokból és technológiákból áll, amelyek az adatgyűjtésre, aktivizálásra, keresésre, térbeli elemzésre, modellezésre, értékelésre és optimalizálásra szolgálnak.

AM (Automated Mapping), automatikus térképezés

A grafikus szoftverek és CAD rendszerek fejlődése vezetett el a számítógéppel segített („automatizált") térképkészítő rendszerek megjelenéséhez. Segítségükkel a felhasználók megszabadultak a manuális rajzolás gondjaitól. Ezen rendszerek egyik fő előnye a megjelenítésben rejlik, ugyanakkor nem alkalmasak elemzési feladatokra.

FM (Facility Management) közműnyilvántartás

A közművállalatok a térbeli információs rendszerek legnagyobb felhasználói közé tartoznak. Az FM rendszerek célja elsősorban a közműobjektumok és vonalas létesítmények nyilvántartása és helyzetileg pontos megjelenítése. Előnyük, hogy információkat nyújtanak az igazgatás és hibaelhárítás számára, például a hálózati meghibásodás gyors azonosításánál és lehetőséget biztosítanak valamennyi releváns információ integrálására.

LIS (Land Information Systems), földadat információs rendszerek

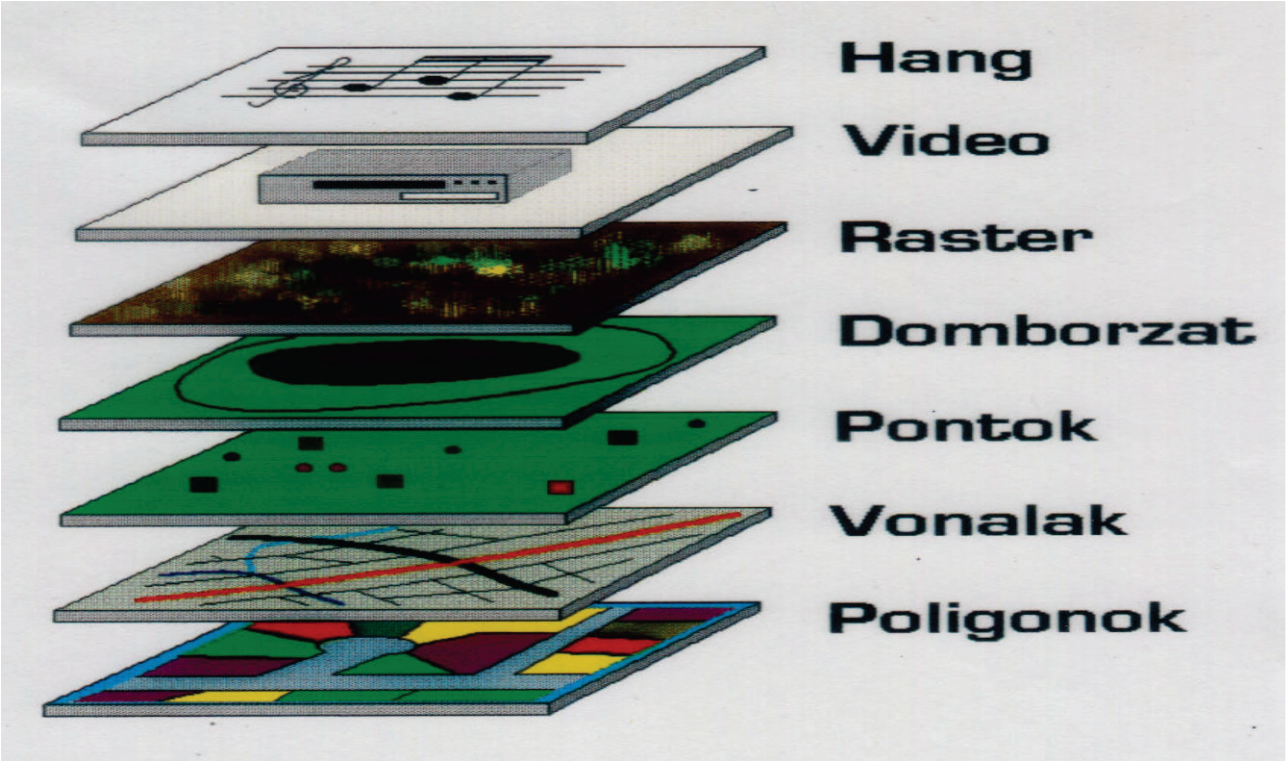
A LIS jogi, adminisztratív és gazdasági vezetés hatékony eszköze lehet. Adatbázisainkban a földfelszínnel és a földingatlanokkal kapcsolatos tulajdoni, használati és földrajzi topográfiai illetve helyzeti stb. adatokat lehet gyűjteni, keresni, aktualizálni és felhasználni. Az alkalmazások többsége a helyi önkormányzatok hatóságainál és a földügyi igazgatásnál történik.

A LIS-ben hangsúly a redundáns adattároláson, a gyors lekérdezhetőségen és az adatbázisok konzisztens vezetésén van, míg a GIS-ben a heterogén adatok hatékony elemzésén. A LIS általában a nagyobb méretarányokban (1:5OO - 1:1OOO) használatos, míg a GIS inkább a kisebbekben (1:5OOO alatt), noha egyes esetekben kivételek is lehetnek.
A gyakorlati életben a térbeli információs rendszerek különböző kartográfiái legtöbbször nem válnak el élesen.

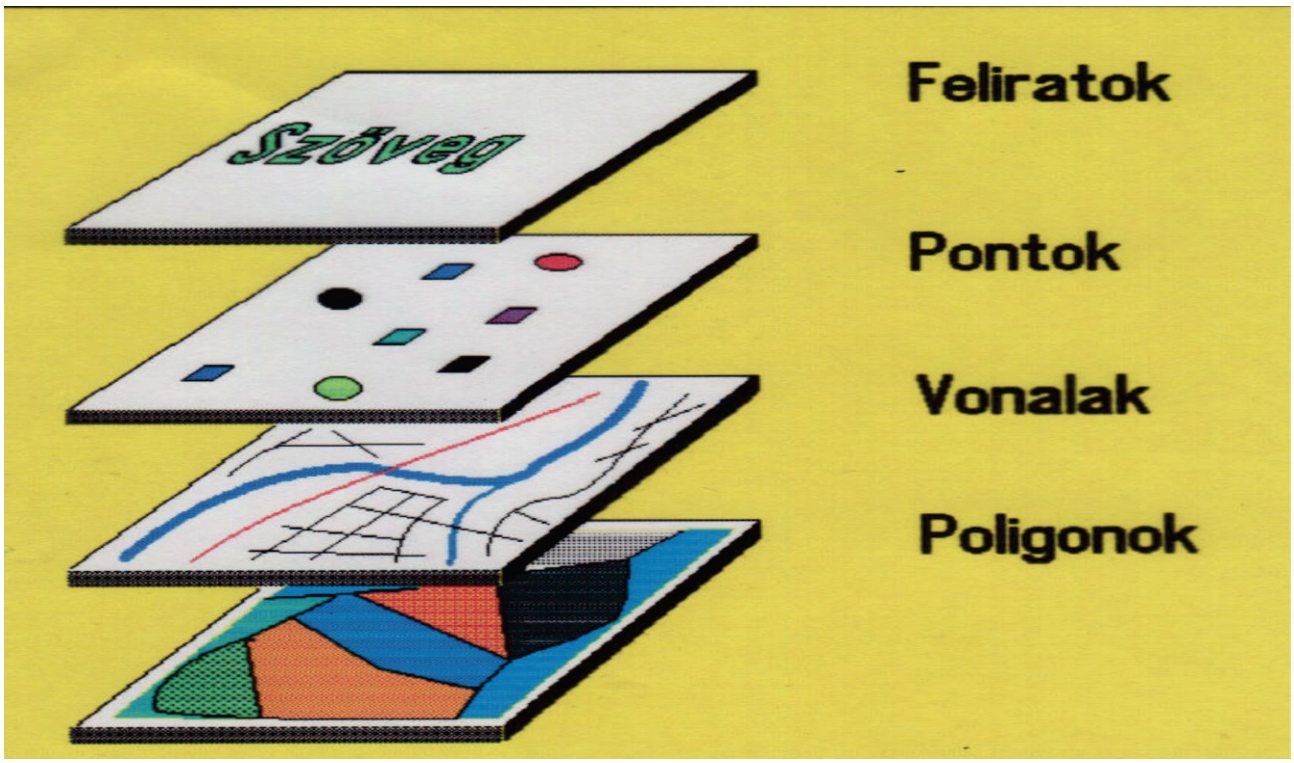
Általában valamilyen „átmeneti" rendszerről beszélhetünk. Ennek legmarkánsabb példája az AM/FM, de ugyanennyire indokolt lehet AM/GIS-ről, GIS/LIS-ről, LIS/FM-ről beszélni, attól függően, hogy a konkrét rendszerben a kartográfiai, a területelemző, a föld- vagy közmű-azonosítási jegyek mennyire dominánsak.

1.10.1. A földrajzi információs rendszerek (GIS)

Az elmúlt néhány évtizedben rohamosan növekvő földrajzi adatmennyiség - térképek, táblázatok, diagramok, nyomtatványok, statisztikai adatok - felvetette a területi adatok megfelelő rendszerezésének, tárolásának és visszakeresésének kérdését. Nemcsak az adatok és információk mennyisége nőtt meg, hanem a tudomány és a gyakorlat ezek iránti igénye is. A számítógép, ill. a gépi adatfeldolgozás megjelenésével magától értetődő lett, hogy a manuális adatkezelést az automatizált váltsa fel. Az emberi szem-agy rendszer 3-4 tematikus réteg értékelését teszi lehetővé, a számítógép több százat. A földrajzi információs rendszerek rétegekből épülnek fel, a különböző típusú adatok különböző szinteken helyezkednek el (1.10. - 4-5. ábrák).



1.10. - 4. ábra: A GIS szerkezete I. (Elek)



1.10. - 5. ábra: A GIS szerkezete II. (Elek)

A földrajzi adatok tárolásának és feldolgozásának gépesítése óriási ütemben fejlődött. Ezt a fejlődést a felhasználók igénye még inkább sürgette.

Az információs rendszerek négy komponensű rendszerek Magueri, 1991 szerint (1.10. - 6. ábra):

- mind funkcióit tekintve (adatnyerés-input, adatkezelés-management, adatelemzés-analysis, megjelenítés-presentation),
- mind alkotóelemeit tekintve (eszközök-hardver, programok, szabályok-szoftver, adatok-data, felhasználó-user) .

Az alkotóelemek viszonyított értéke:

HW=1 : SW=10 : DATA=100 és

elévülési ideje: 3-5 7-15 25-75- vagy akár 100év.

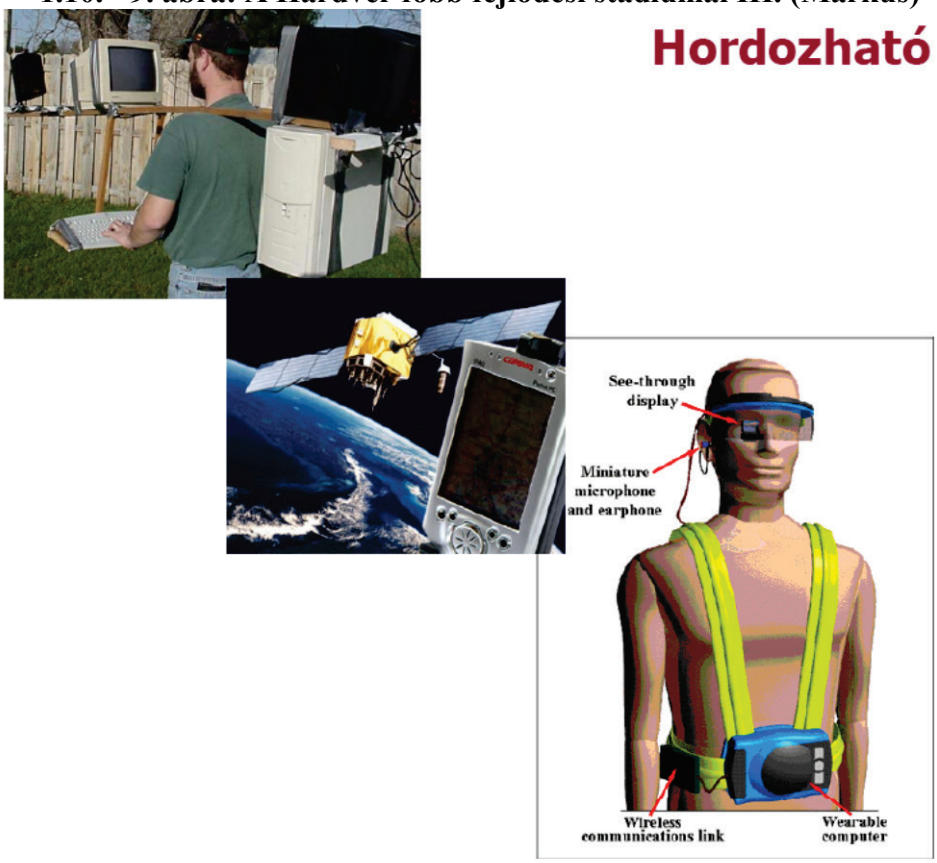
1.10. - 6. ábra: A GIS alkotó elemei (Márkus)

A nagyszámítógépek megjelenése a '60-as években már lehetővé tett bizonyos alapvető térinformatikai alkalmazások korlátozott megvalósítását. A hardverek rohamos fejlődését mutatják be a 1.10. - 7-12. ábrák.

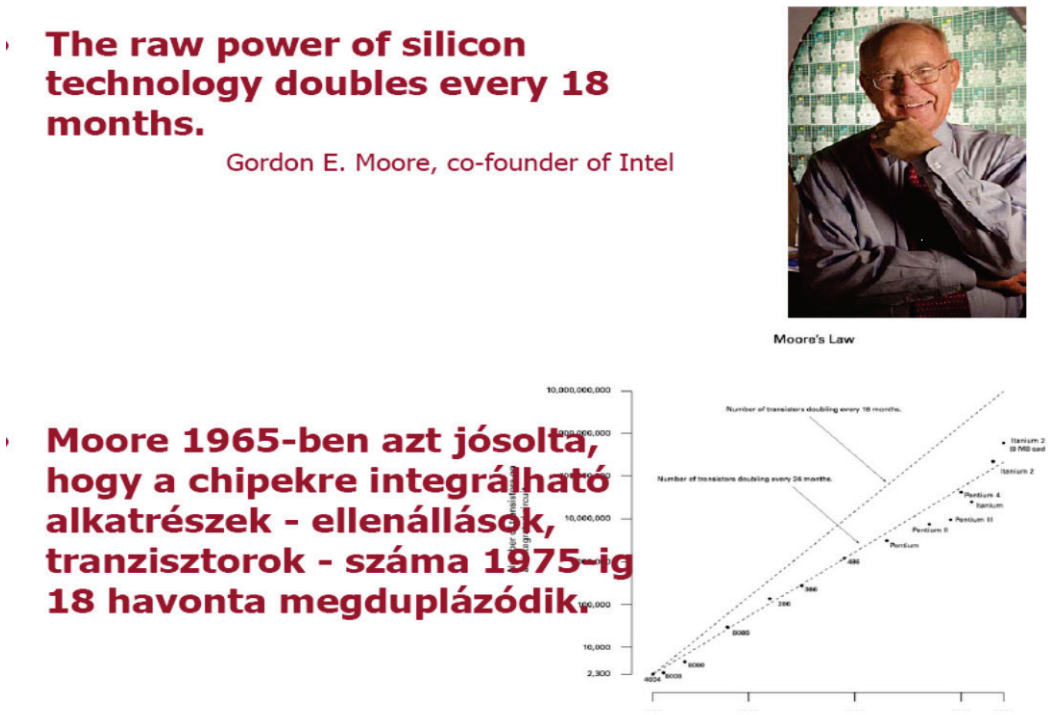
1.10. - 7. ábra: A Hardver főbb fejlődési stádiumai I. (Márkus)

1.10. - 8. ábra: A Hardver főbb fejlődési stádiumai II. (Márkus)

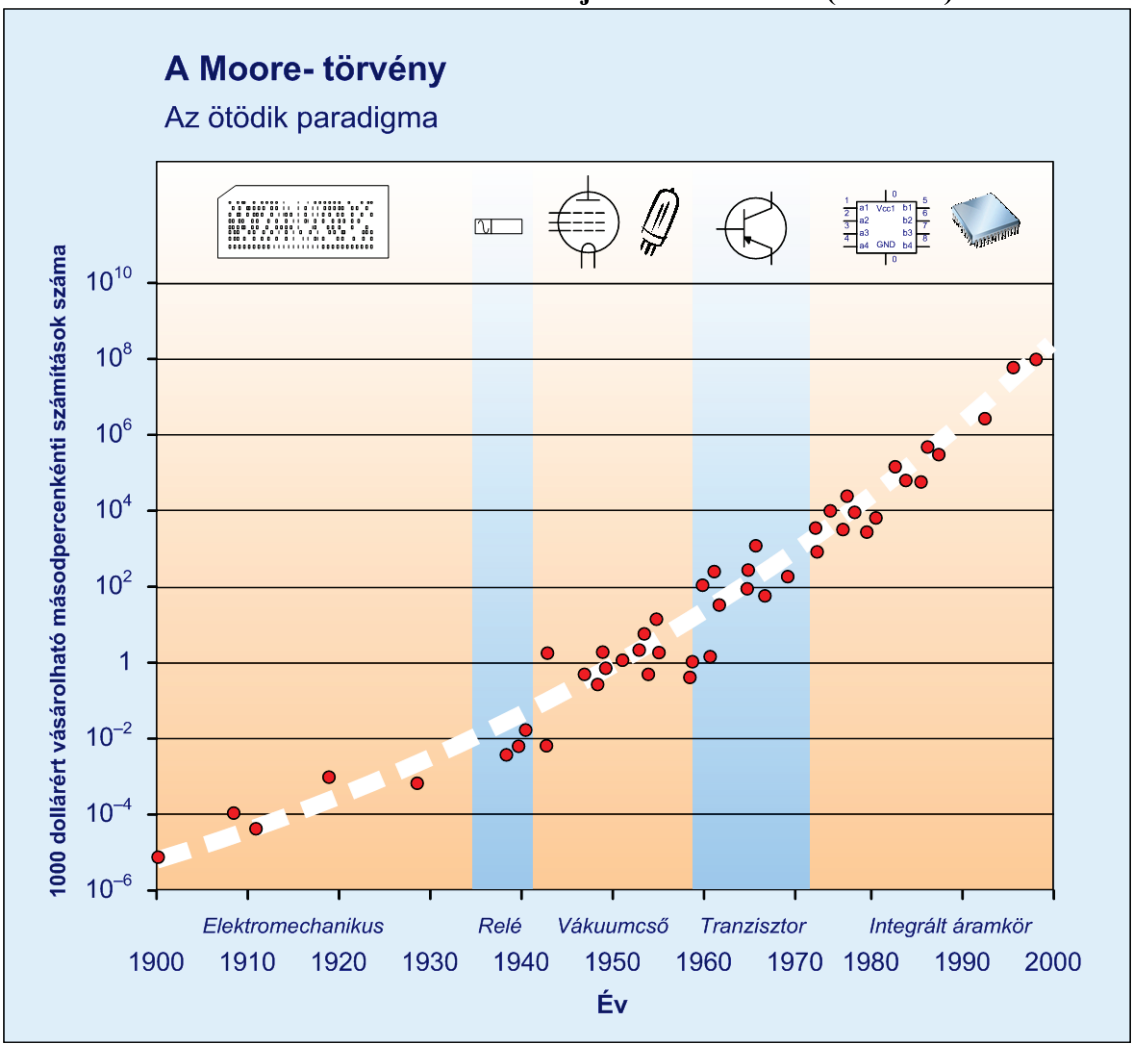
1.10. - 9. ábra: A Hardver főbb fejlődési stádiumai III. (Márkus)



1.10. - 10. ábra: A Hardver főbb fejlődési stádiumai IV. (Márkus)



1.10. - 11. ábra: A Hardver fejlődésének üteme (Márkus)



1.10. - 12. ábra: A Moore-törvény

1.10.2. Adatbank és információs rendszer

Először a legfejlettebb országokban, majd fokozatosan a közepesen és kevésbé fejlett országokban is megkezdődött a területi adatok adatbankban való tárolása. A statisztikák, térképek és szövegek tradicionális módon való összeállítása és szerkesztése is alacsony hatékonyságú lett. Az információ iránti igény nemcsak adatbankok, hanem információs rendszerek felállítását is követelte. Az adatbank egyes adatok integrált összessége, amelyeket különböző kritériumok alapján rendezünk és elektronikus adattárolókban tárolunk. Az adatbankhoz rendszerint olyan kiszolgáló (szerviz) programok is tartoznak, amelyek az adatok visszakeresésére, tényszerű, tér- és időbeli összekapcsolására szolgálnak, ill. az adatok kiegészítését, javítását, valamint az adatok listák és diagramok formájában való előállítását teszik lehetővé.

Információs rendszerről csak abban az esetben beszélhetünk, ha nem csak egyszerű adatgyűjtést folytatunk, hanem ez az adatok valamilyen szempont vagy szempontok szerinti értékelésével is kiegészül. Az adatokat valamely kérdés feltevés szerint csoportosítjuk. A kérdést a felhasználó (user) teszi fel. Az információs rendszer szerkezetét tehát a speciális feladat határozza meg.

GIS-en (Geographic Information System) környezeti tényezők olyan térbeli rendszerét értjük, amely lehetővé teszi az adatok bevitelét, átalakítását, tárolását, megjelenítését és feldolgozását új információk előállítása céljából (P.A. Burrough, 1984.). A számítógépes GIS három lényegi komponensét lehet elkülöníteni:

adatrendszer (adatbevitel, adatátalakítás, adattárolás),

feldolgozási rendszer (adatfeldolgozás),

ellenőrző rendszer (megbízhatóság, szimulációs modellek).

Minden olyan információs rendszer, amely területi információkat tartalmaz, földrajzi információs rendszernek tekinthető. Magyar szaknyelvben a FIR rövidítést vagy a nemzetközileg elterjedt angol eredetű GIS rövidítést használjuk.

A földrajzi objektumok számítógépes tárolásához egyrészt az objektum geometriáját, másrészt annak jellegét, tulajdonságait (attribútumait) meghatározó adatbázisokat kell felépíteni. Nagyon fontos felismerni az alapvető különbségeket a geometriai, „térképszerű" adatok és a szöveges, táblázatszerű (attribútum) adatok tárolása között. A jelenlegi adatbáziskezelő rendszerek kiválóan alkalmasak a táblázatos adatok kezelésére, de nem kellően hatékonyak a geometriai adatok esetében. Ez a térképszerű adatok topológiai kapcsolásával magyarázható.

A területi adatok lényeges jellemvonása tehát, hogy azok helyét is meg kell adnunk a térben.

A felhasználók köre tágas, hogy csak egynéhányat említsünk: térképészek, területi- és várostervezők, a természeti erőforrások nyilvántartói és kutatói, földhasznosítás- és infrastruktúra tervezők, a természetvédelem, tájvédelem, tájtervezés, várostervezés, az erdő-, mező- és vízgazdálkodás szakemberei, a földtudományok szakértői használják, alkalmazzák továbbá a lakossági nyilvántartás különböző céljaira (adózás, tulajdonviszonyok, népszámlálás).

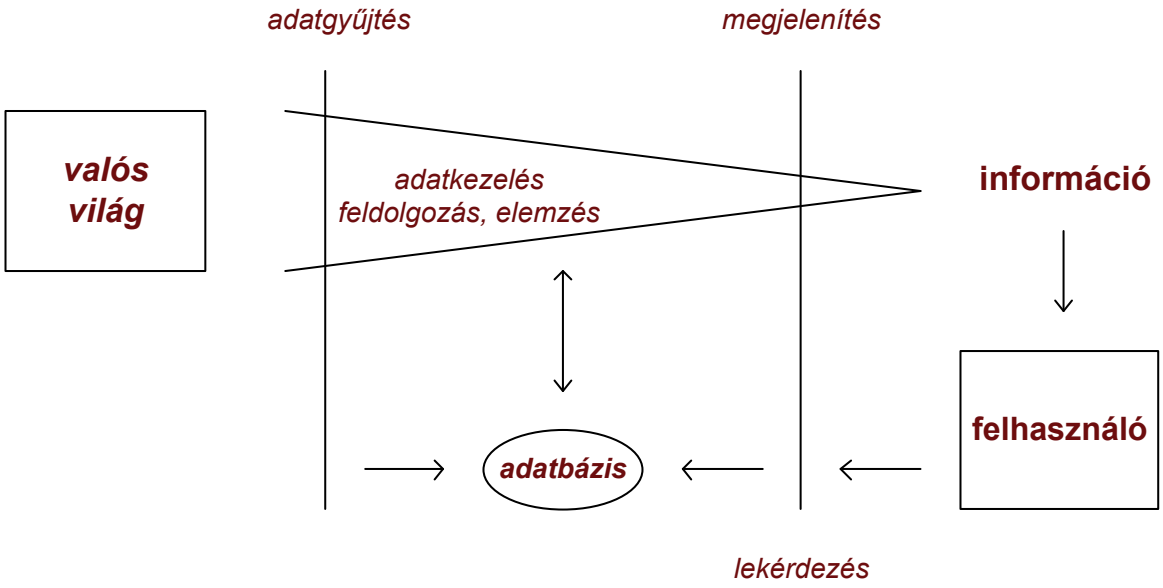
1.10.3. A mikroszámítógépes GIS alkotóelemei

Hardver

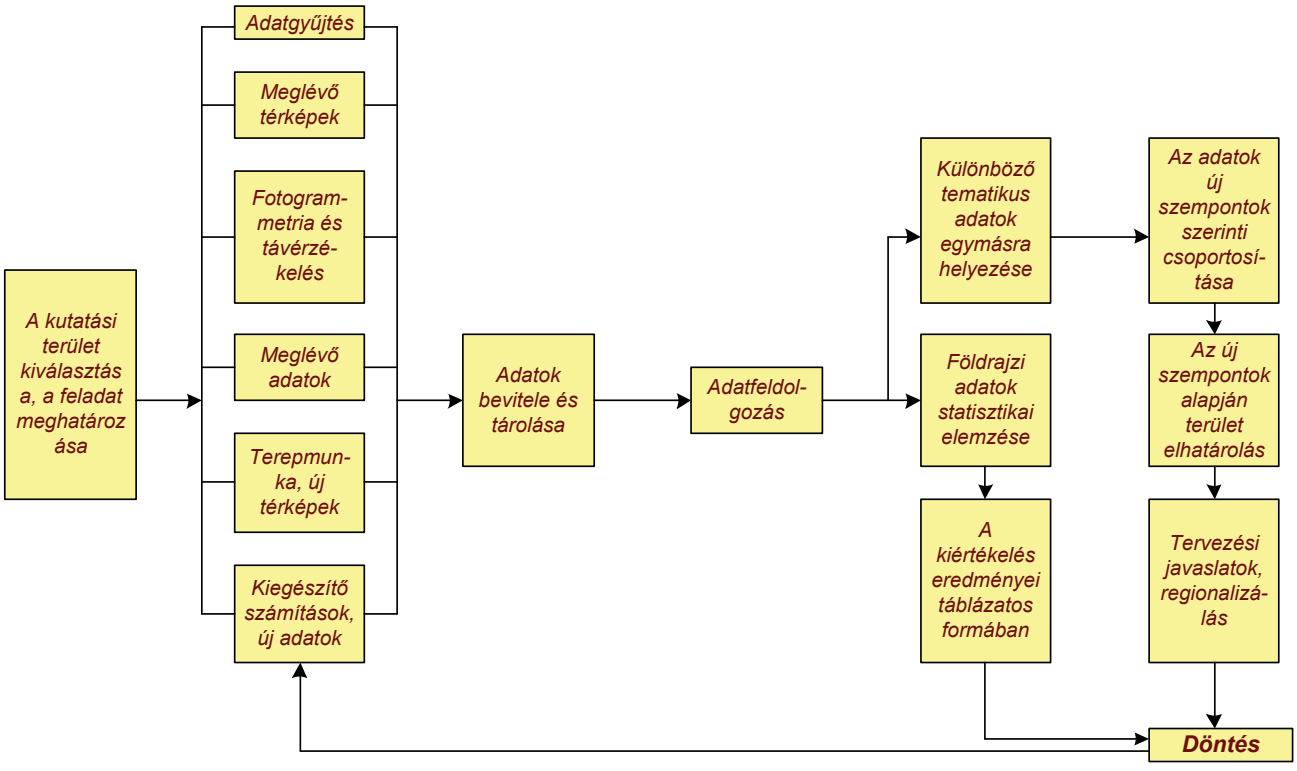
A hardver legfontosabb eleme a személyi számítógép hajlékony lemez meghajtóval és minél nagyobb kapacitású merev lemezzel. A digitalizáló tábla - vagy ennek hiánya esetén az egér - szerepe a feldolgozandó térképek információtartalmának digitális formában való bevitele a komputerbe. Szkenner alkalmazásával a digitalizálás automatizálható.
Az adatfeldolgozás elvégzése után az eredményt, a választ a FIR keretében feladott kérdésre a képernyőn kapjuk meg. Az eredményt - anyagi eszközeink függvényében - rajzgépen, vagy nyomtatón is megkaphatjuk.
A mikroszámítógépes FIR mikrokomputere természetesen mini, vagy nagyszámítógéppel (main-frame computer) is kapcsolatban állhat, illetve több mikrokomputeres rendszer összekapcsolása is elképzelhető. Egymástól távol elhelyezhető komputerek között telefonvonalas kapcsolat is létesíthető.

Szoftver

Az adatbevitel hagyományos módja, ha adatainkat a billentyűzeten át szövegesen, vagy táblázatos formában visszük be. Ebben az esetben a földrajzi tárgy, vagy jelenség helyét csak leíró módon (szöveges, vagy számszerűen) adjuk meg (pl. egy településre vonatkozó információ, vagy egy adott pont koordinátái valamely vonatkozási rendszerben).
A leggyakoribb esetben azonban térképi információt kell bevinnünk, azaz a tematikus térkép tartalmát kell digitalizálnunk. Ehhez digitalizátor és a munkafolyamatot ellátó pontok, vonalak és poligonok digitalizálását biztosító szoftver szükségeltetik. Korszerűbb, de lényegesen költségesebb megoldás - amint említettük - a pásztázó (szkennerrel) történő digitalizálás. Nemcsak a hardver költséges, hanem a működtető szoftver is, melynek bonyolult alakfelismerési problémákat kell megoldani (megírások, szimbólumok stb.).
A GIS felépítését a 1.10. - 13-14. ábrák mutatják be. Az adattárolás adatbankban, adatbázis kezelő rendszerben történik, a modell alkotás a 1.10. - 15-16. ábrákon, az adatmodellek a 1.10. - 17-18. ábrákon követhetők nyomon.
A GIS megtérülése a projekt indítást követő 3-5. évben várható (1.10. - 19. ábra).
Az output általában szokásos formái (szöveges, táblázatos, grafikonos, lista formátum) mellett térképes, diagramos formában is megjeleníthető a kért információ.
A legismertebb kereskedelemben kapható szoftver az ARC- INFO (az ESRI - Environmental Science Research Institute - terméke) számítógépes változatát ma már mini- és mikroszámítógépre is átírták. Se szeri, se száma a kisebb cégek által forgalmazott programcsomagoknak, ezek részletezésétől e helyütt eltekintünk.



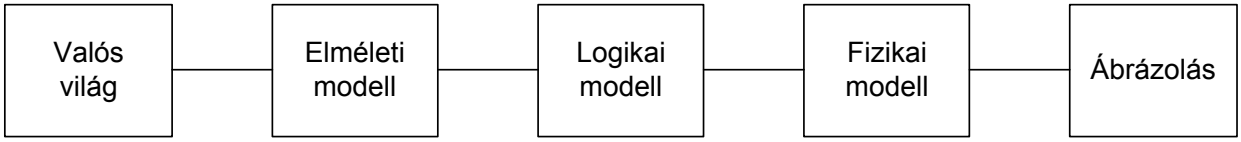
1.10. – 13. ábra: A GIS sematikus felépítése



1.10. – 14. ábra: A GIS részletes felépítése

MODELL ALKOTÁS = ADATBÁZIS FELÉPÍTÉS

Mi érdekel? *Hogyan tároljam?*



Alapegysége:

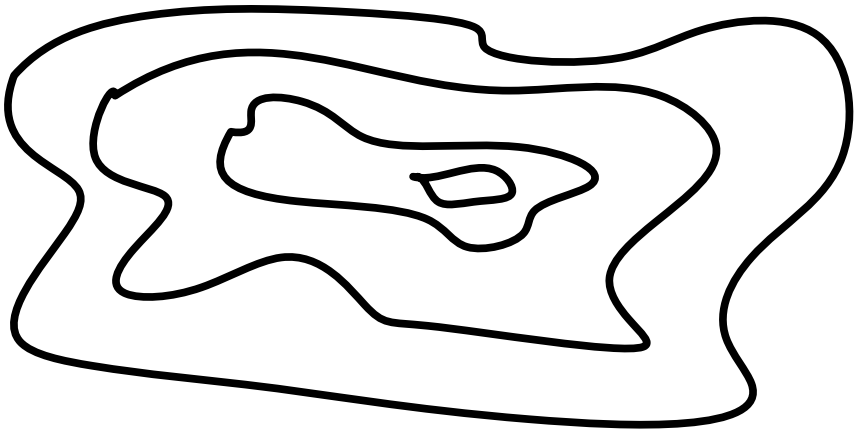
ENTITÁS	OBJEKTUM	→	Szöveg Grafika
Osztály	→	→	
Geometriai tulajdonság	→	→	
Attributum	→	→	
Kapcsolat	→	→	
	Minőség	→	

Hibrid

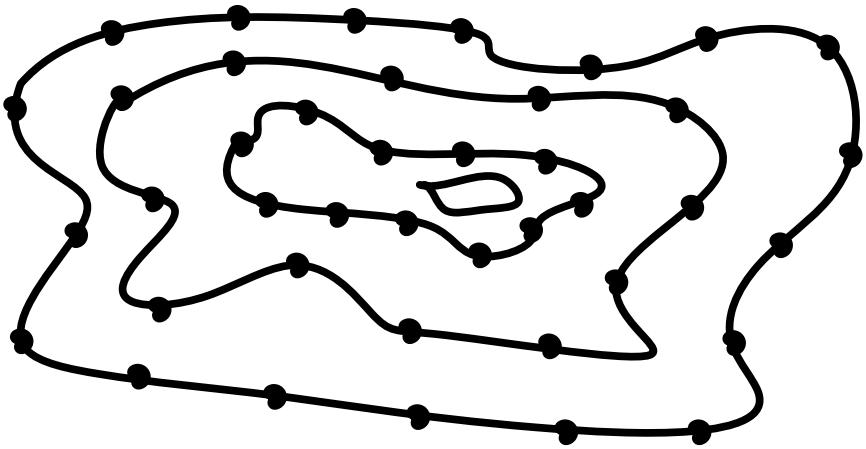
Vektoradatok	←	Pontonként, vonalasan (spagetti) ill. topológiailag (pizza).
Raszter	←	tömbös, sorozatként illetve oszloponként.

1.10. – 15. ábra: Modell alkotás

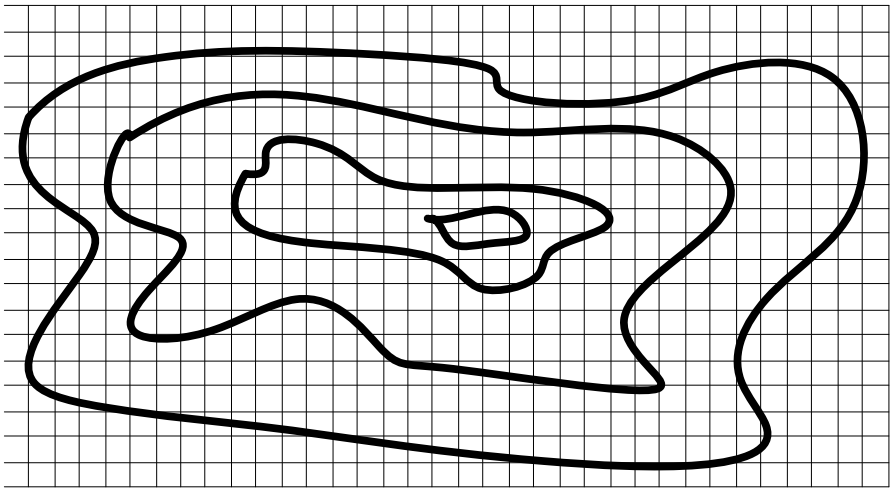
1.10. – 16. ábra: Modell alkotás II.



A N A L Ó G

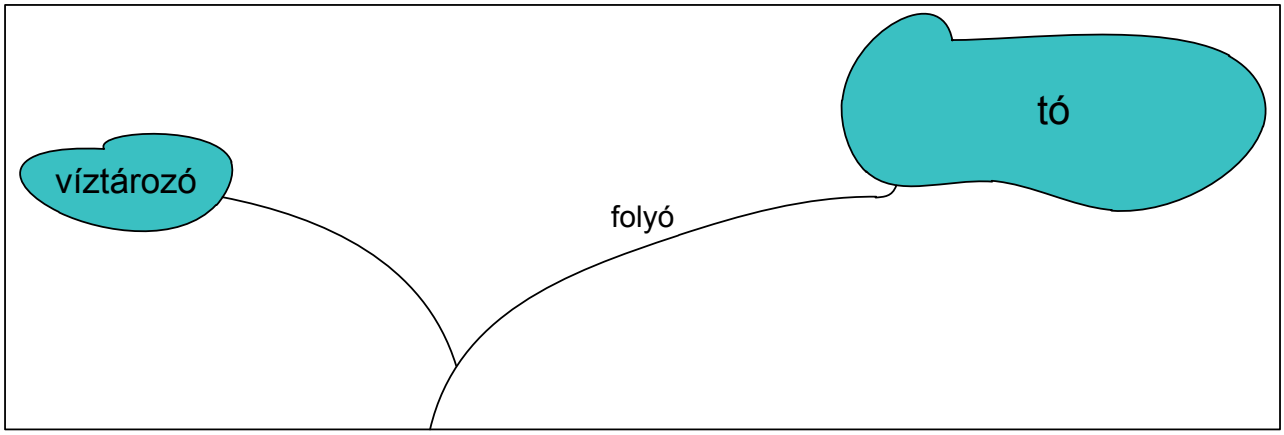


V E K T O R

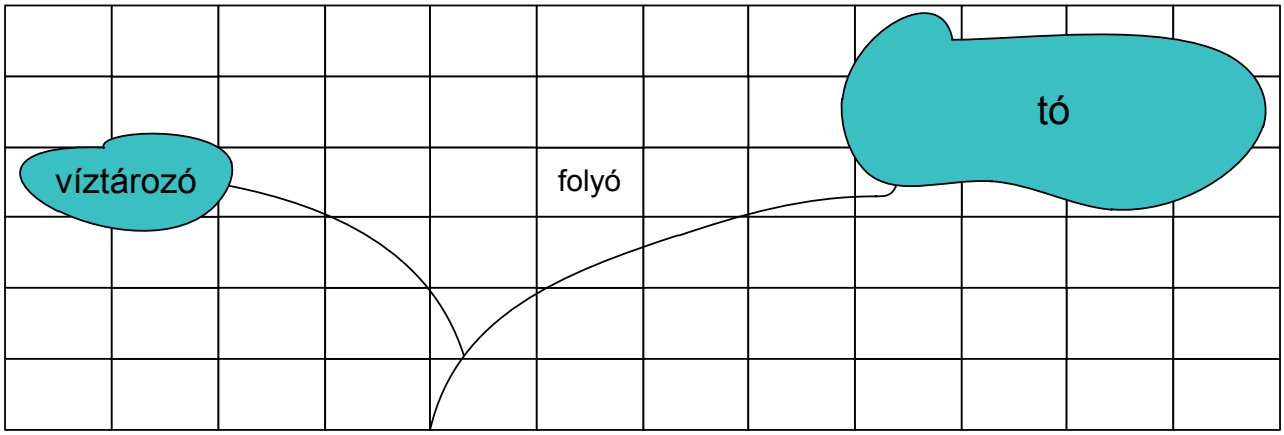


T E S S Z E L Á C I Ó S

1.10. – 17. ábra: GIS adatmodellek



V í z r a j z

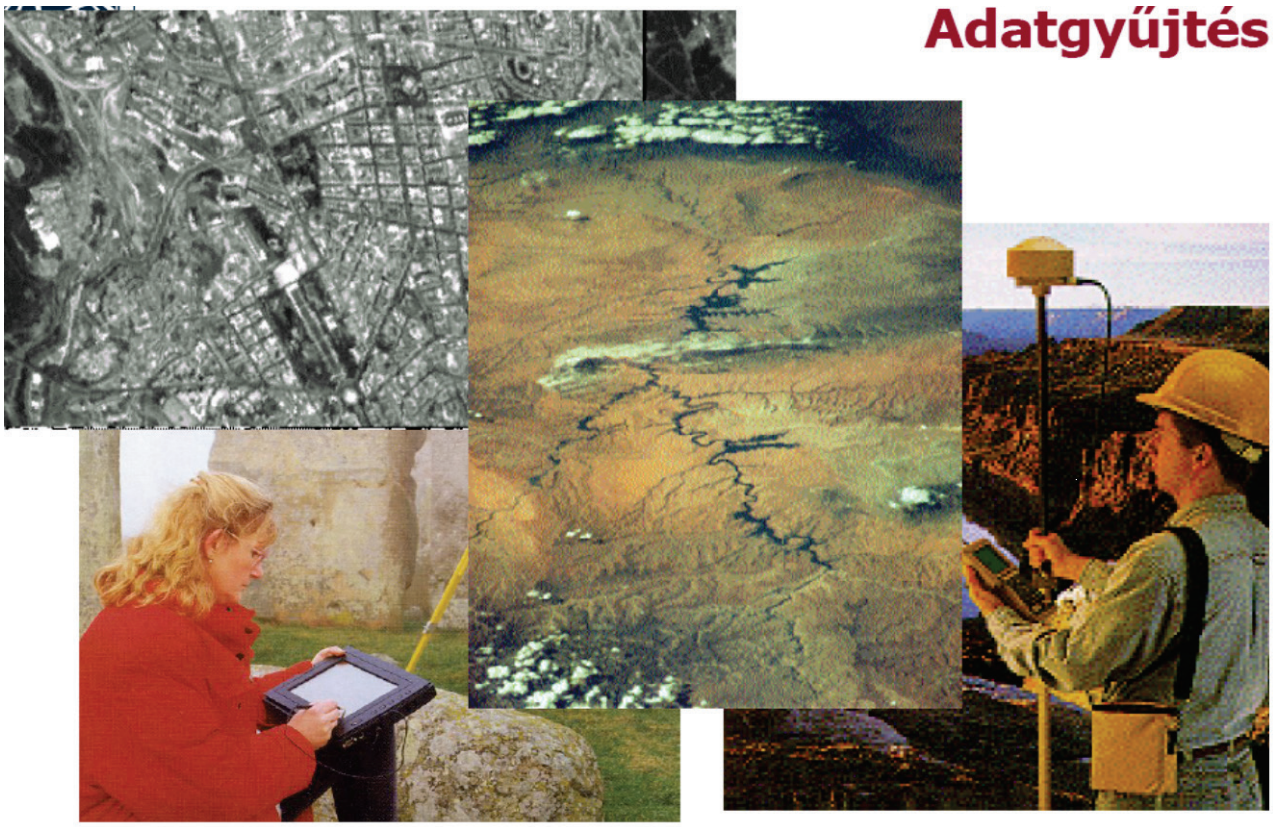


Vízrajz réteg a hálóval

0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0
0	1	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0
0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0

Eredmény raszter

1.10. – 18. ábra: A raszter létrehozása



1.10. – 19. ábra: Adatgyűjtési módok (Márkus)

A GIS-ek jellemzése: a főszerep az elemzésé

Miért használunk számítógépes információs rendszereket? A kérdésre adható választ P.A. Burrough (198O) alapján a következő pontokba foglaltuk:

1. Az adatok tárolása, karbantartása és feldolgozása, az információnyerés alacsony relatív költségszinten valósítható meg.
2. A karbantartás, az információnyerés jelentősen felgyorsul.
3. Az információs rendszerek az adatmanipulálás változatos eszközeit kínálják a felhasználónak.
4. Grafikus és attribútumadatok szimultán manipulálásának lehetősége.
5. Gyorsan és ismételten elvégezhető különböző modellek analitikus ellenőrzése.
6. Változáselemzés hatékonyan elvégezhető akár két, akár több időpontra.
7. Az interaktív grafikus szerkesztési és rajzolási eszközök közvetlenül alkalmazhatók a térképkészítési folyamatban.
8. Olyan elemzések is elvégezhetők, amelyek manuális módszerrel rendkívül időigényesek lennének.
9. Az adatgyűjtés, térbeli elemzés és a döntés egy információs folyamatban egyesül.

Ellenérvként felhozható, hogy:

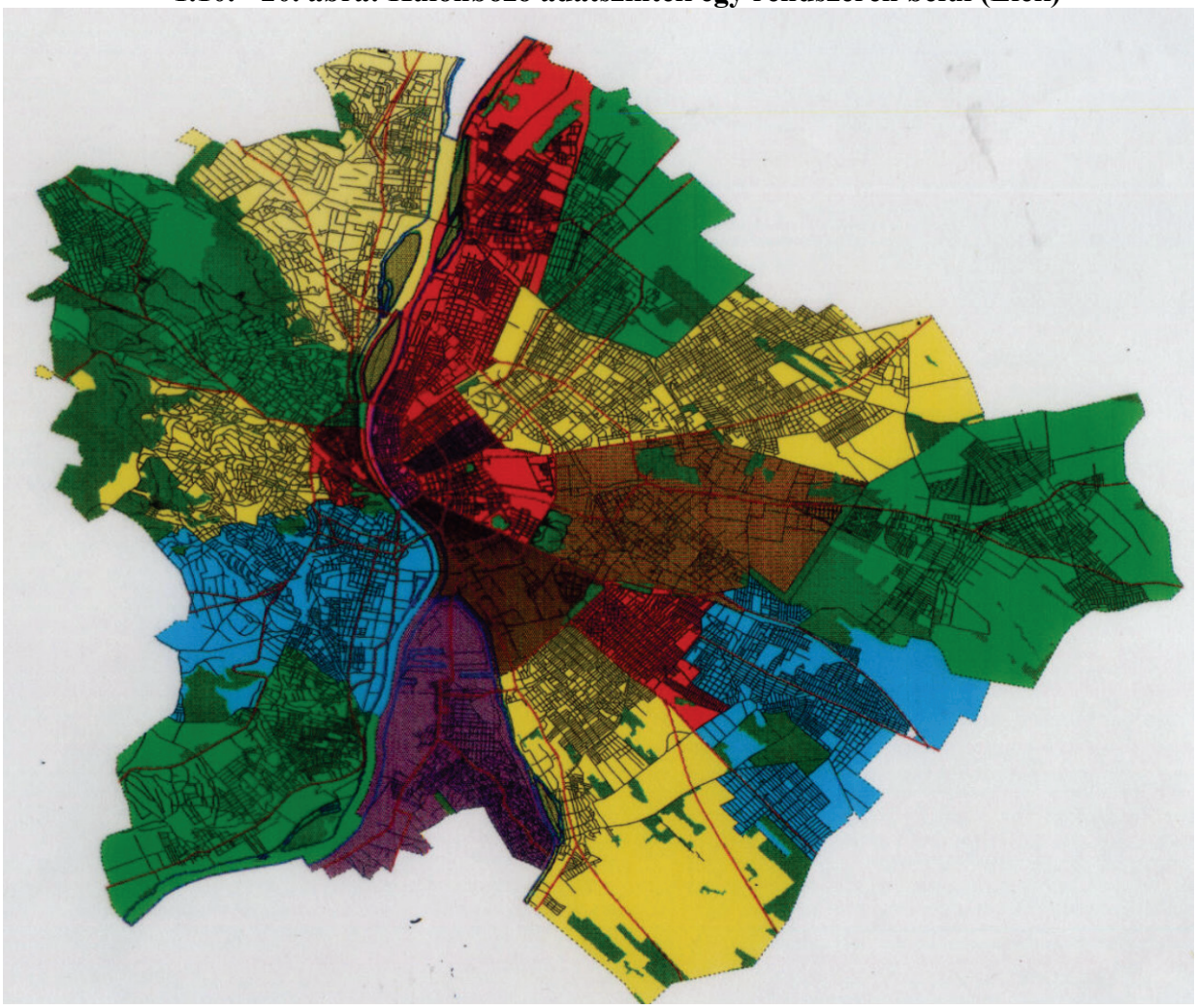
1. Az adatbázis felépítése igen költséges.
2. A rendszer hardver- és szoftverhátterének megteremtése egyszeri, nagy költséget jelent.
3. A rendszer a kezelő személyzet képzettségével kapcsolatban magasabb igényeket támaszt, mint a hagyományos megoldás.

A GIS-ek alkalmazásának legnagyobb előnyei tehát:

- a gyors átfutási idő,
- a geometriai, matematikai pontosság,
- az, hogy nagy adattömegek kezelése válik lehetővé,
- az adatok naprakészen tarthatósága egyszerűbb,
- a minden lehetséges tényezőt figyelembe vevő döntés az optimálishoz közelebb álló döntéshez vezet,
- mindez anyagi megtakarításokat eredményez és
- csökkenti a döntés lehetséges káros következményeinek esélyét.

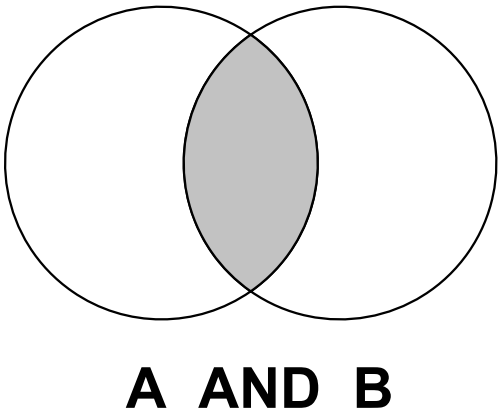
  A GIS-ekkel általában az alábbi műveletek végezhetők el:
- Szerkesztések: ellenőrző visszarajzolás, topológiai ellenőrzés, többször digitalizált vonalak kiszűrése,vonalak egyesítése poligonná, pontok helyzetének módosítása.
- Manipulációs lehetőségek: adat visszakeresés, térképi adatok szűrése, térképi elemek további absztrahálása (súlypontképzés, szintvonalrajzolás stb.), szelvénylapokkal végzett manipulációk (méretarányváltás: 1.10. - 20. ábra, vetületváltás),
- Övezet (buffer, puffer) generálás (1.10. - 21. ábra),
- Poligonok egymásra fektetése és ennek inverz műveletei, az összes halmazművelet (1.10. - 22. ábra),
- Elemi műveletek végzése (az összes algebrai, távolság-, terület-, köbtartalom-számítás),
- raszteres adatszint elemzés,
- digitális felületelemzés (vizuális megjelenítés, láthatósági vizsgálatok (1.10. - 23. ábra) stb.),
- grafikus manipulációs lehetőségek (szövegelhelyezés, szimbólumgenerálás, interaktív grafikai funkciók stb.),
- változatos adatmegjelenítési módszerek (térképek, grafikonok, statisztikai táblázatok, levezetett digitális állományok, stb. 1.10. - 24-25. ábra).

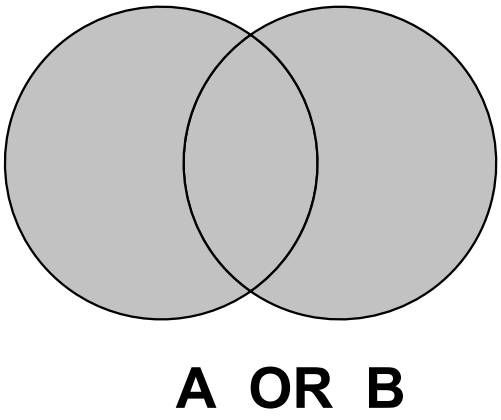
1.10. - 20. ábra: Különböző adatszintek egy rendszeren belül (Elek)

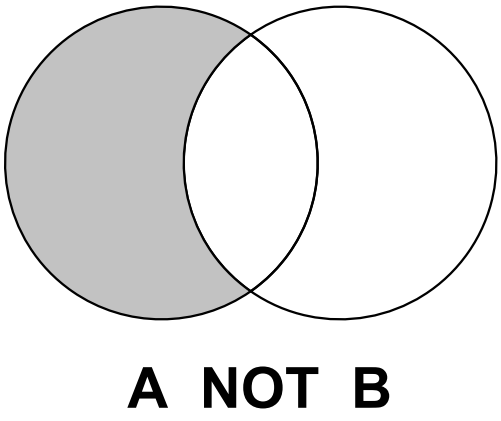


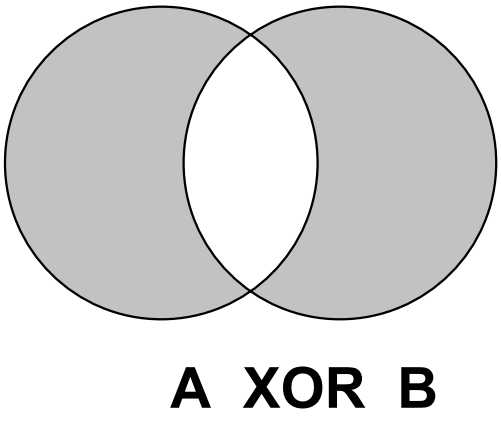
1.10. – 21. ábra: Utcahálózat alapú rendszerek (Elek) I.

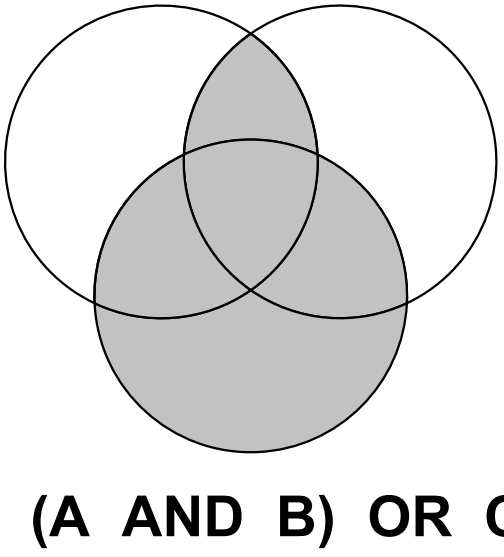
Boole műveletek

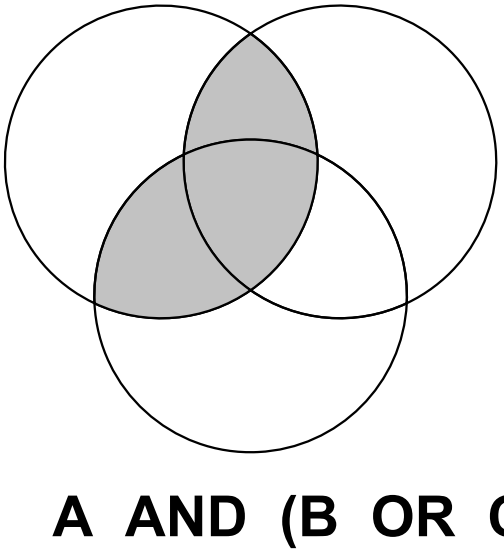




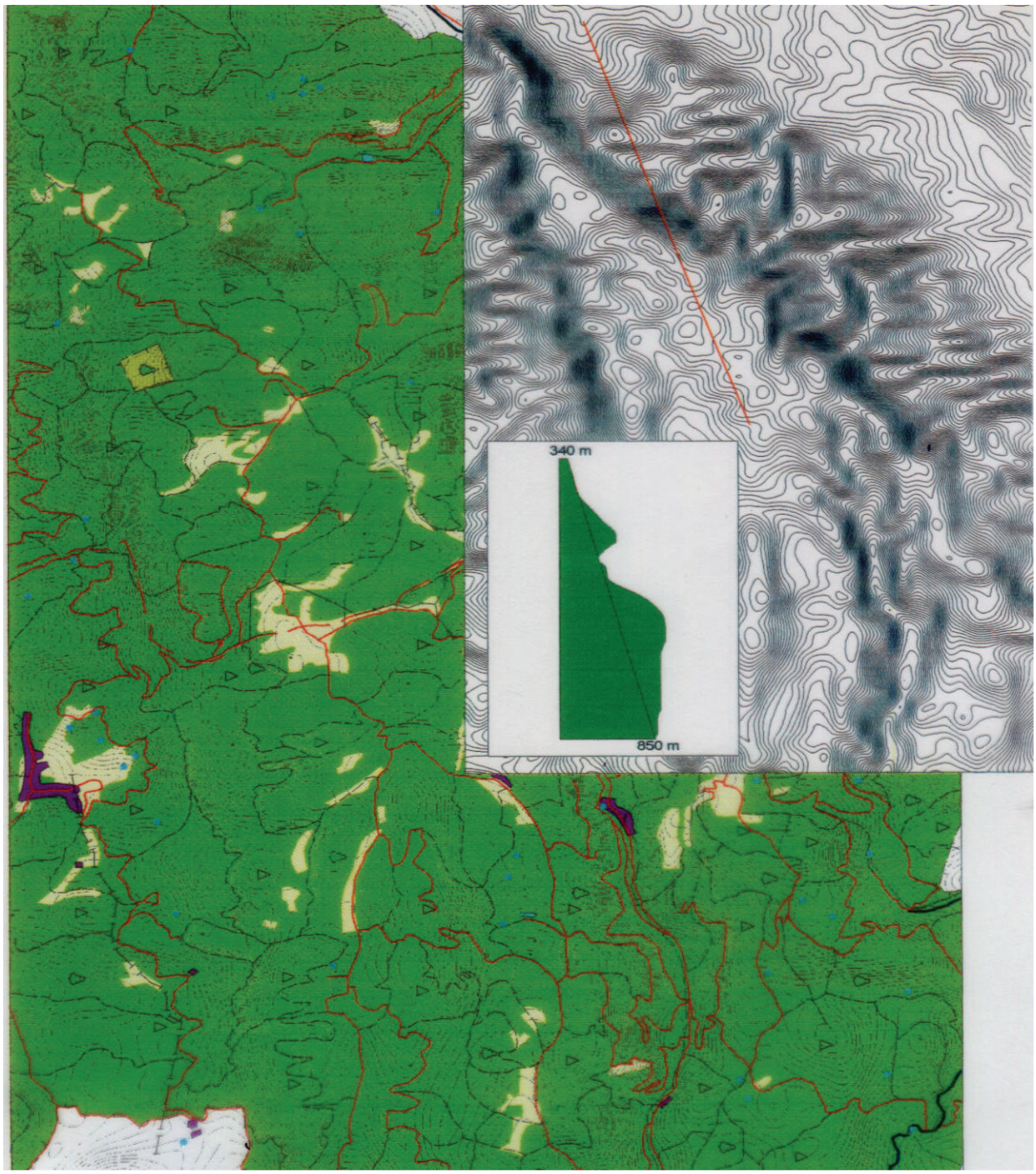




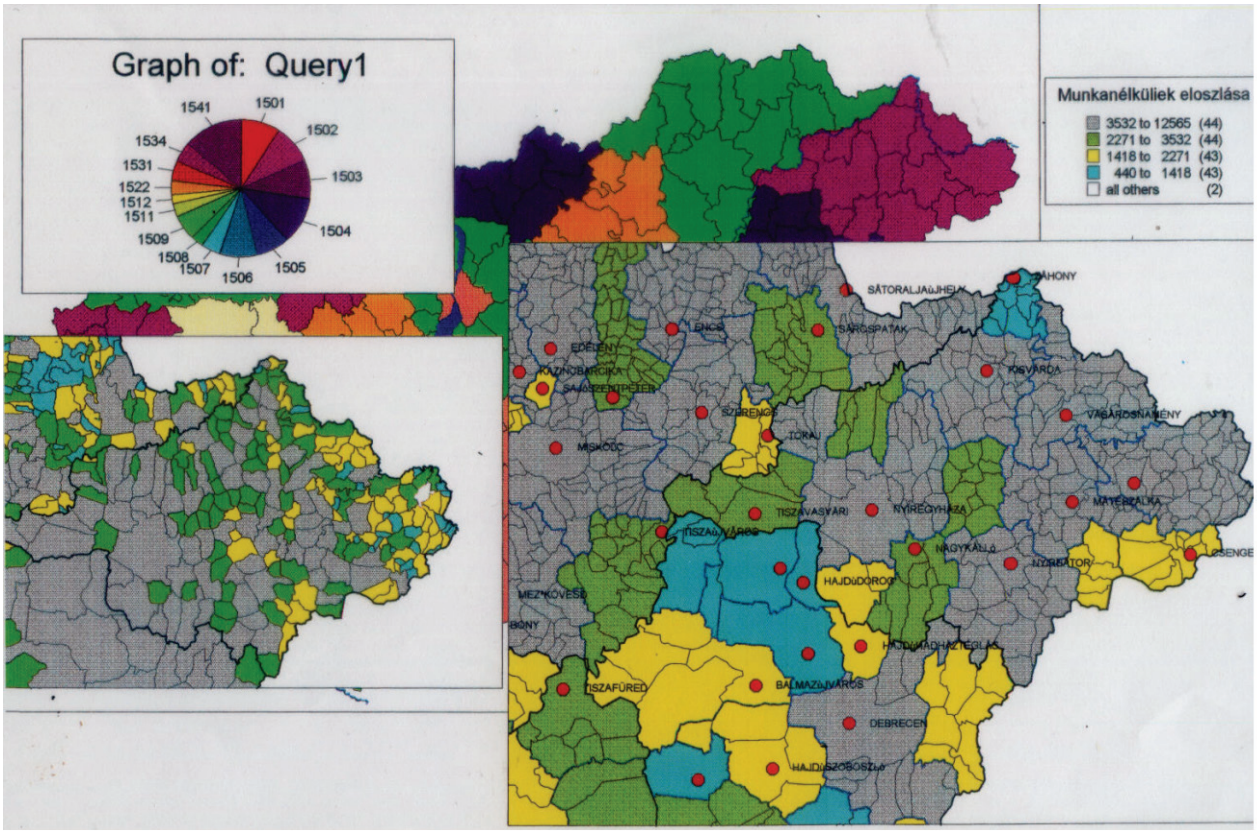




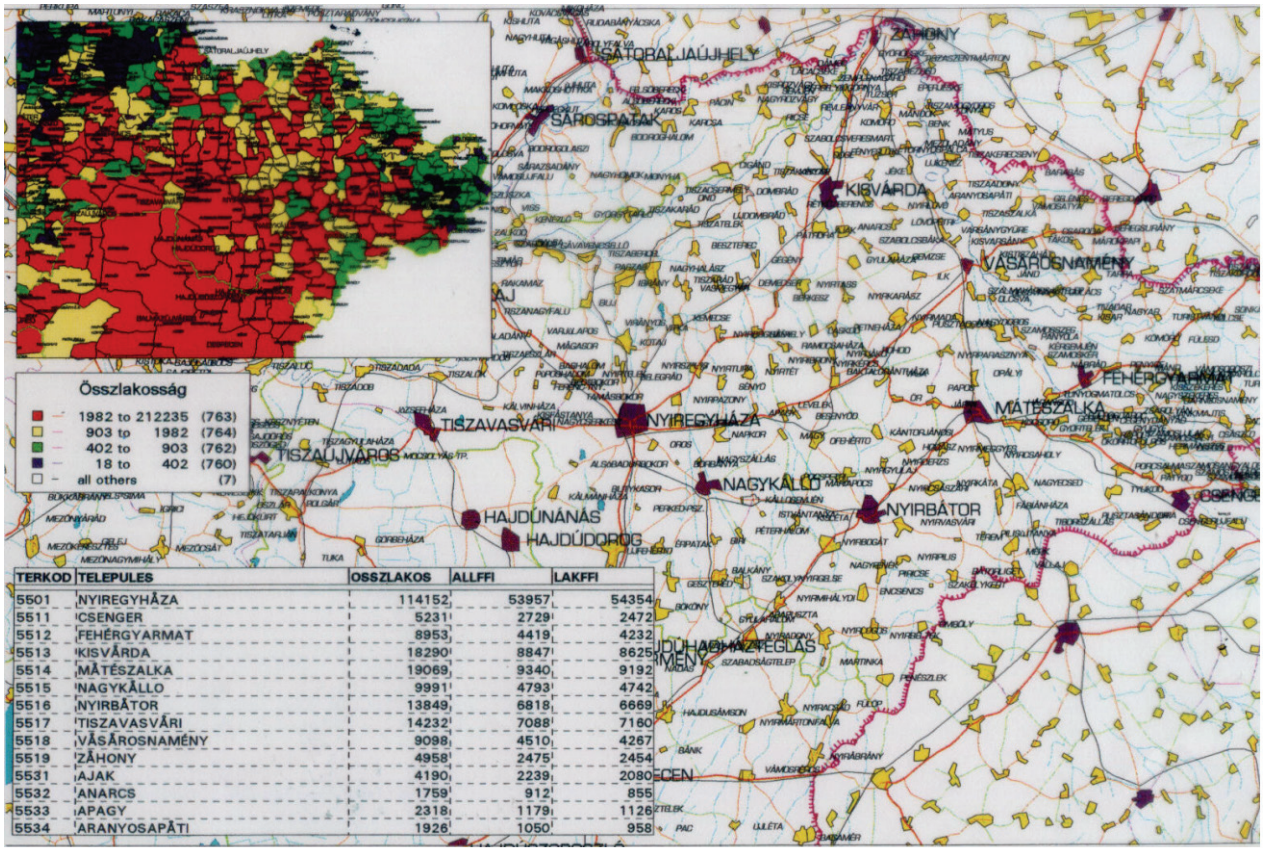
1.10. – 22. ábra: Boole műveletek



1.10. – 23. ábra: Láthatósági vizsgálat (Elek)



1.10. – 24. ábra: Térképi és grafikonos megjelenítés a GIS-ben (Elek)



TERKOD	TELEPULES	OSSZLAKOS	ALLFFI	LAKFFI
5501	NYIREGYHÁZA	114152	53957	54354
5511	CSENGER	5231	2729	2472
5512	FEHÉRGYARMAT	8953	4419	4232
5513	KISVÁRDA	18290	8847	8625
5514	MÁTÉSZALKA	19069	9340	9192
5515	NAGYKÁLLÓ	9991	4793	4742
5516	NYIRBÁTOR	13849	6818	6669
5517	TISZAVASVÁRI	14232	7088	7160
5518	VÁSÁROSNAMÉNY	9098	4510	4267
5519	ZÁHONY	4958	2475	2454
5531	AJAK	4190	2239	2080
5532	ANARCS	1759	912	855
5533	APAGY	2318	1179	1126
5534	ARANYOSAPÁTI	1926	1050	958

1.10. – 25. ábra: Térképi és táblázatos megjelenítés a GIS-ben (Elek)

1.10.4. A GIS-ek alkalmazásának fontosabb hazai és nemzetközi előzményei

A GIS-ek fejlődésének általános kérdései, tendenciái

Földrajzi adatok komputeres tárolására és elemzésére alkalmas módszerek, a GIS-ek fejlesztése a 6O-as években kezdődött. Kezdetben a technikai problémák legyőzése volt a legnehezebb. Grafikus adatok számítógépes módszerekkel történő kezelését kellett megoldani, térképeket kellett számítógépen tárolni. Ez 3O évvel ezelőtt - a mai lehetőségekkel összehasonlítva - csak lassú és körülményes módon volt megvalósítható.

A GIS-ek fejlesztésének e kezdeti stádiumában az volt a legfontosabb megoldandó feladat, hogy több digitális térképet tudjanak egymással kapcsolatba hozni és ezáltal egy ország (vagy kisebb tervezési körzet) természeti erőforrásairól teljes képet kapjanak. Ezeknek a körülményeknek megfelelő adattárolás és feldolgozás számos nehézségbe ütközött. A tároló kapacitás mérete, a feldolgozás sebessége a maiakhoz nem hasonlítható. 1964-ben az IBM 36O/65 komputer megjelenése nagy előrelépést jelentett.

A 6O-as évek végére sikerült ezeket a technikai problémákat úgy megoldani, hogy működő, mindennapi használatra képes rendszerek születtek. Ezekben az években a GIS-ek, valamint a hozzájuk szorosan kapcsolódó automatikus kartográfia alapvető problémáira - az akkori technikai és tudományos színvonalnak megfelelő - megoldás született. Az adatbevitel, adattárolás, adatfeldolgozás és az output kérdéseit, valamint a hozzájuk kapcsolódó grafikai feladatokat ugyanis meg kellett oldani, mert a GIS-ek nem elméleti tudományos érdeklődés hatására jöttek létre, hanem kormányszinten megfogalmazott társadalmi igény hívta őket létre.

A hetvenes években a környezet- és természetvédelem, a környezet és az erőforrások hasznosítása a politikai érdeklődés központjába került. A környezettel kapcsolatos döntések gyors és pontos előkészítése a GIS-ek jelentőségét fokozta. Időközben a hardver ára is jelentősen csökkent, így a GIS technológia már nemcsak kormányszinten, hanem fokozatosan alacsonyabb szinten is (tanácsok, egyetemek, kisebb magánvállalkozók) hozzáférhetővé vált. A rendszerek egyre inkább felhasználó baráttá váltak, kiszélesítve a potenciális felhasználók körét.

A nyolcvanas évek elejére sok különböző GIS szoftvert fejlesztettek ki, különböző hardver adottságok mellett. Beszélhetünk nagyszámítógépen működő országos rendszerekről, valamint mini- és mikroszámítógépen üzemelő, kisebb adatbázisokkal dolgozó, kisebb feladatok megoldására alkalmas rendszerekről.

Márkus B. (1988) osztályozása szerint megkülönböztethetünk: számítógépes kataszteri rendszereket, települések GIS-eit, regionális GIS-eket, tematikus-statisztikai térképező rendszereket, mérnöki térképező-tervező rendszereket és döntés előkészítő rendszereket.

A GIS első klasszikus alkalmazásáról az 1854-es londoni nagy pestis járvány idejéből tudunk. Ekkor a megbetegedések és halálesetek időpontjának és helyének térképi ábrázolása alapján Dr. John Snow következtette ki a járvány kiindulási pontját, egy közkutat, természetesen nem digitális technológiával.

Az első, nemzetközi szempontból kiemelkedő kísérlet a Canada GIS, amely tulajdonképpen a Canada Land Inventory továbbfejlesztése. Az információs rendszer megszervezésére azért volt szükség, mert a „föld-leltár" (land inventory) során térképek ezrei születtek, amelyeket adatbankban, ill. információs rendszerben kellett tárolni. A Canada GIS kidolgozói azt vizsgálták, hogy az egyes területeken alkalmazott földhasznosítási mód optimális-e, és ha nem, úgy milyen földhasznositási módot javasolnának. A feldolgozott terület nagysága 1 millió négyzetmérföld volt (15 000 térkép!). A CGIS természeti és gazdasági adatok aggregációjára és összehasonlítására is lehetőséget nyújtott.

A GIS technológia fő gyakorlati alkalmazásai

Utcahálózat alapú (1.10. - 26-27. ábra)
- Címkeresés
- Útvonaloptimalizálás és ütemezés
- Helyzeti elemzés és telepítés tervezés
- Evakuálási tervek kidolgozása
- Temetői nyilvántartás

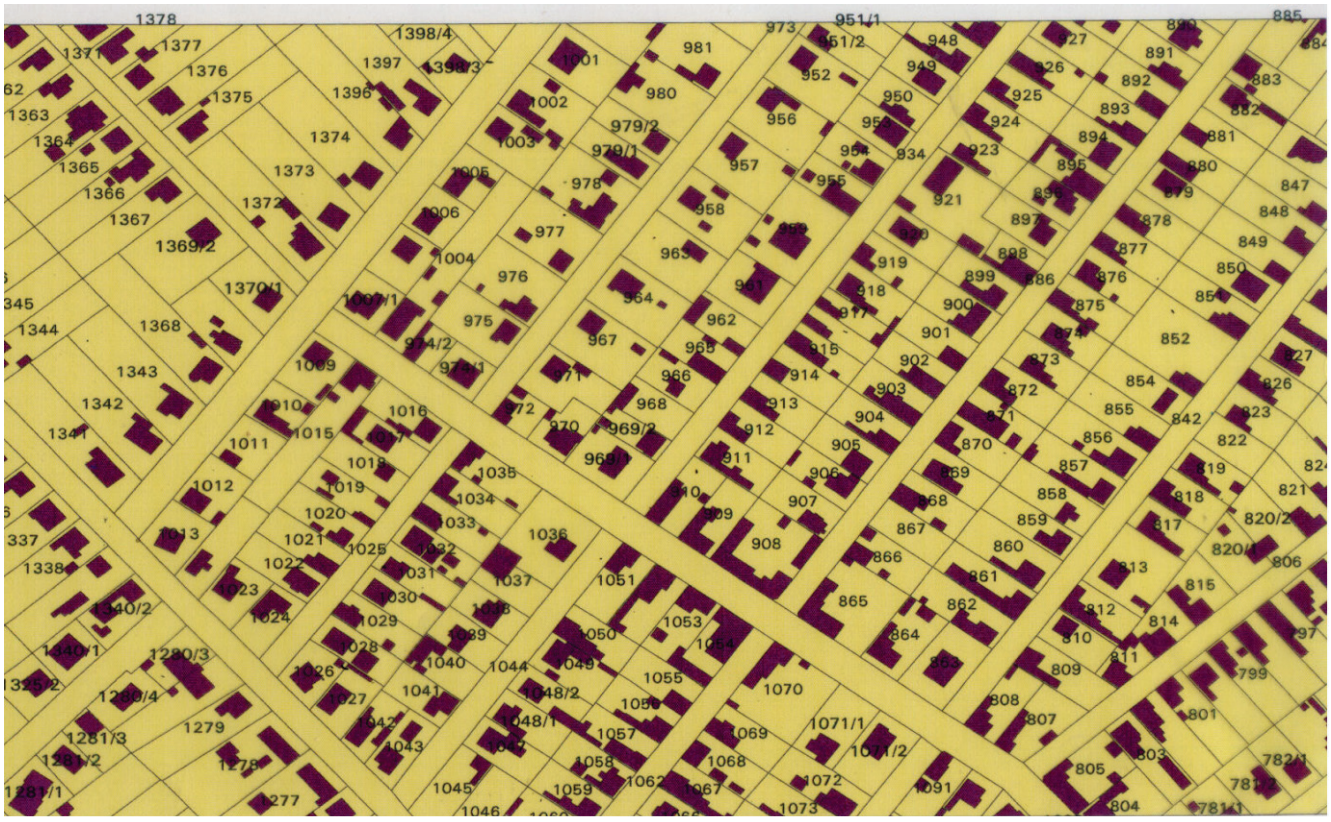
Természeti erőforrás alapú (1.10. - 28-30. ábra)
- Erdőgazdálkodás
- Vadvizek védelme
- Vadak élőhelyének és vonulási útvonalának nyilvántartása
- Üdülőterületek tervezése

Árvízi területek kezelése
- Talajvízmodellezés és szennyezőanyag követés
- Környezeti hatás elemzés
- Láthatósági vizsgálat (1.10. - 23. ábra)
- Mezőgazdasági területek kezelése
- Mocsaras vidékek védelme

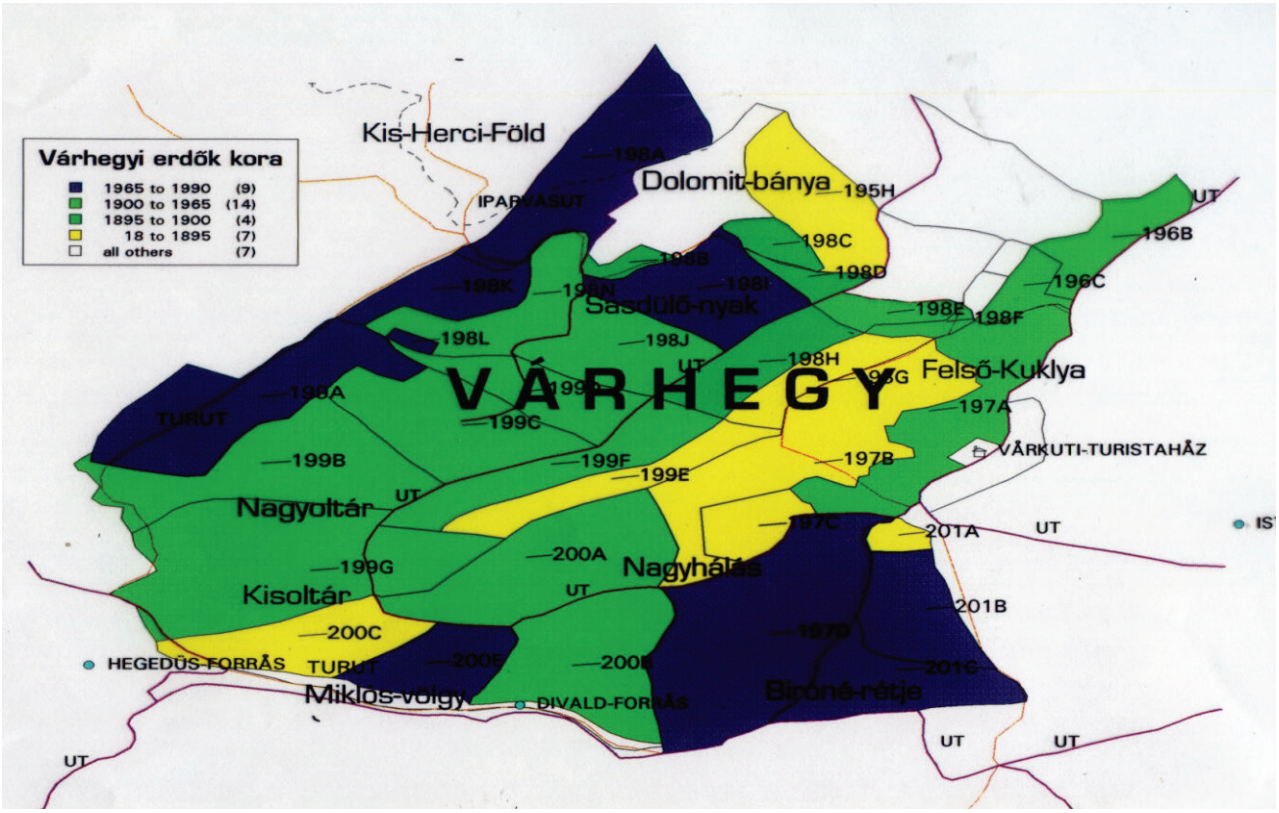
Földrészlet alapú (1.10. - 31. ábra)
- Körzetesítés
- Kisajátítás
- Környezeti állapot
- Vízminőség szabályozás
- Tulajdonos nyilvántartás

Közműnyilvántartás
- Földalatti csővezetékek és kábelek nyilvántartása
- Elektromos hálózatok egyensúlyban tartása
- Közműkarbantartás tervezése
- Energiafelhasználás követése

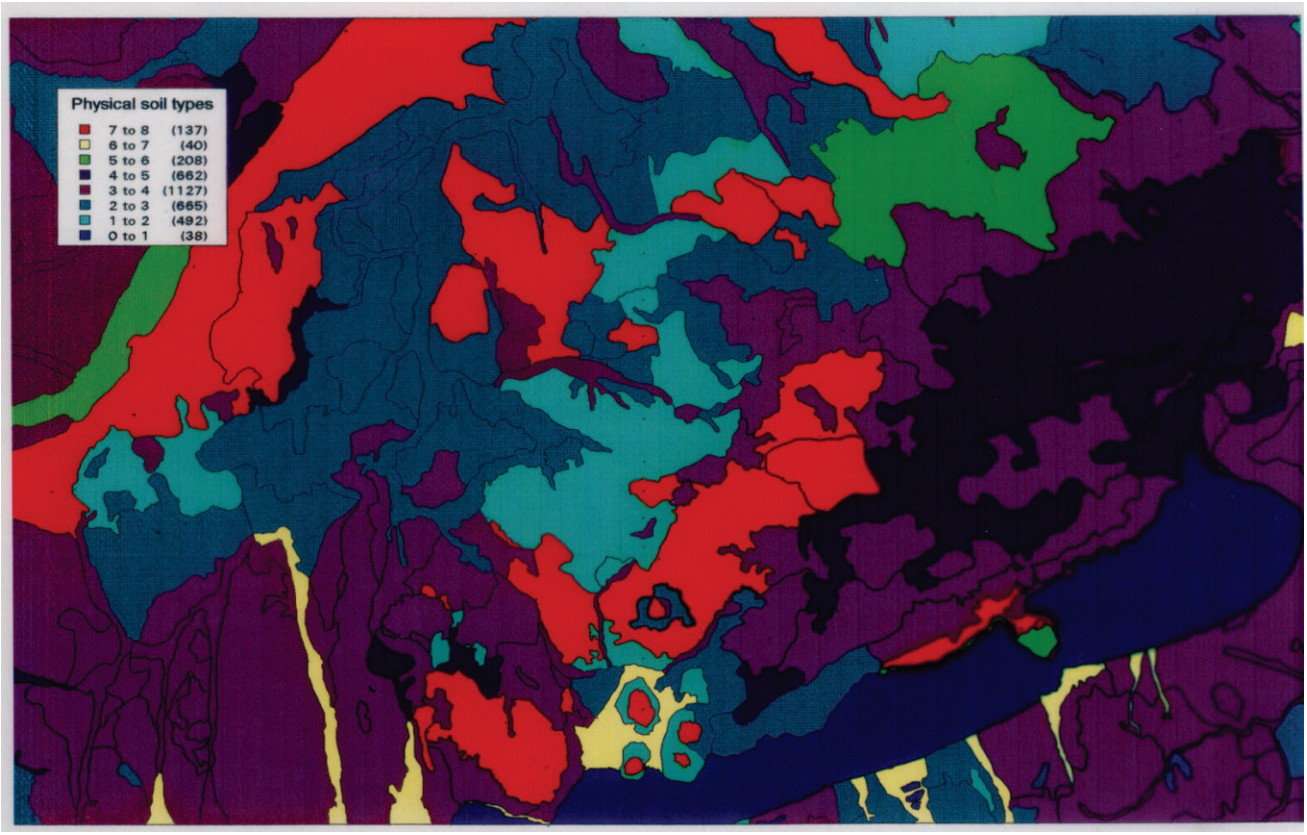
1.10. – 26. ábra: Utcahálózat alapú rendszerek (Elek) II.



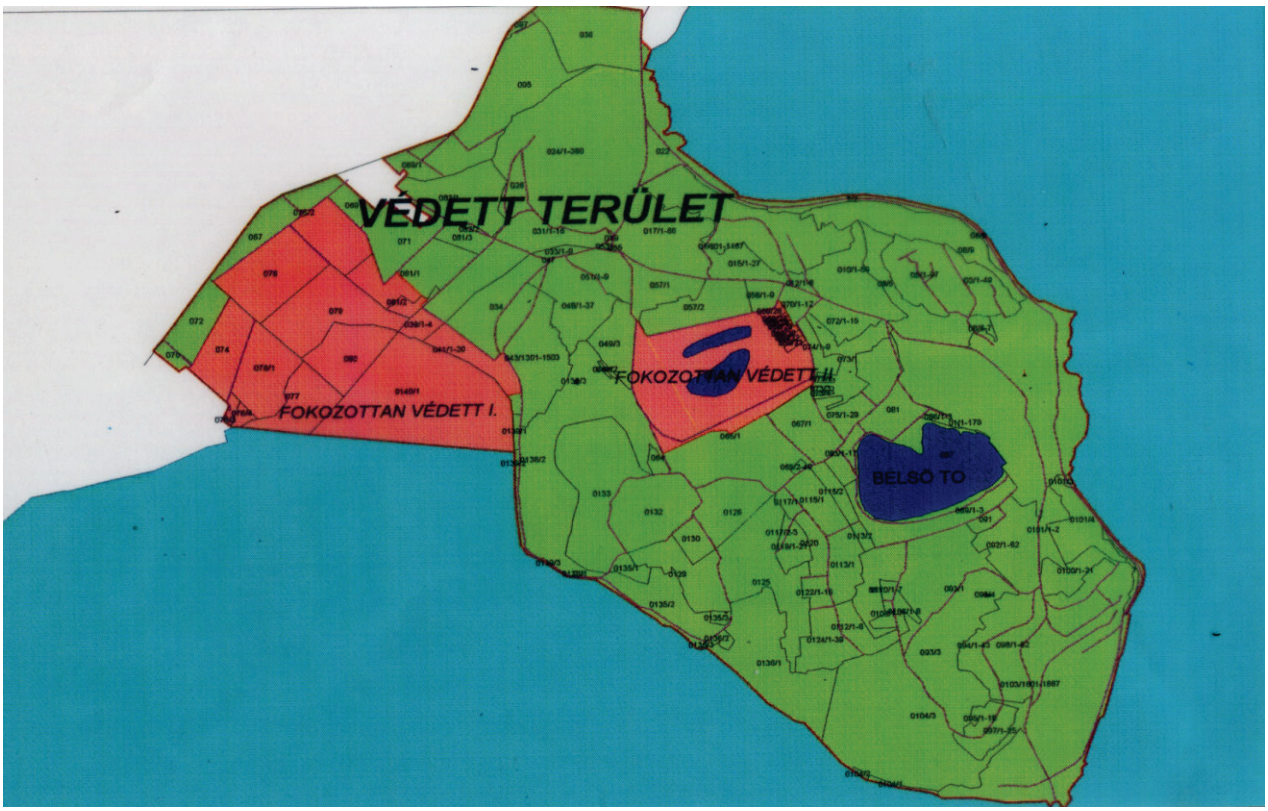
1.10. – 27. ábra: Utcahálózat alapú rendszerek nagy méretarányban (Elek)



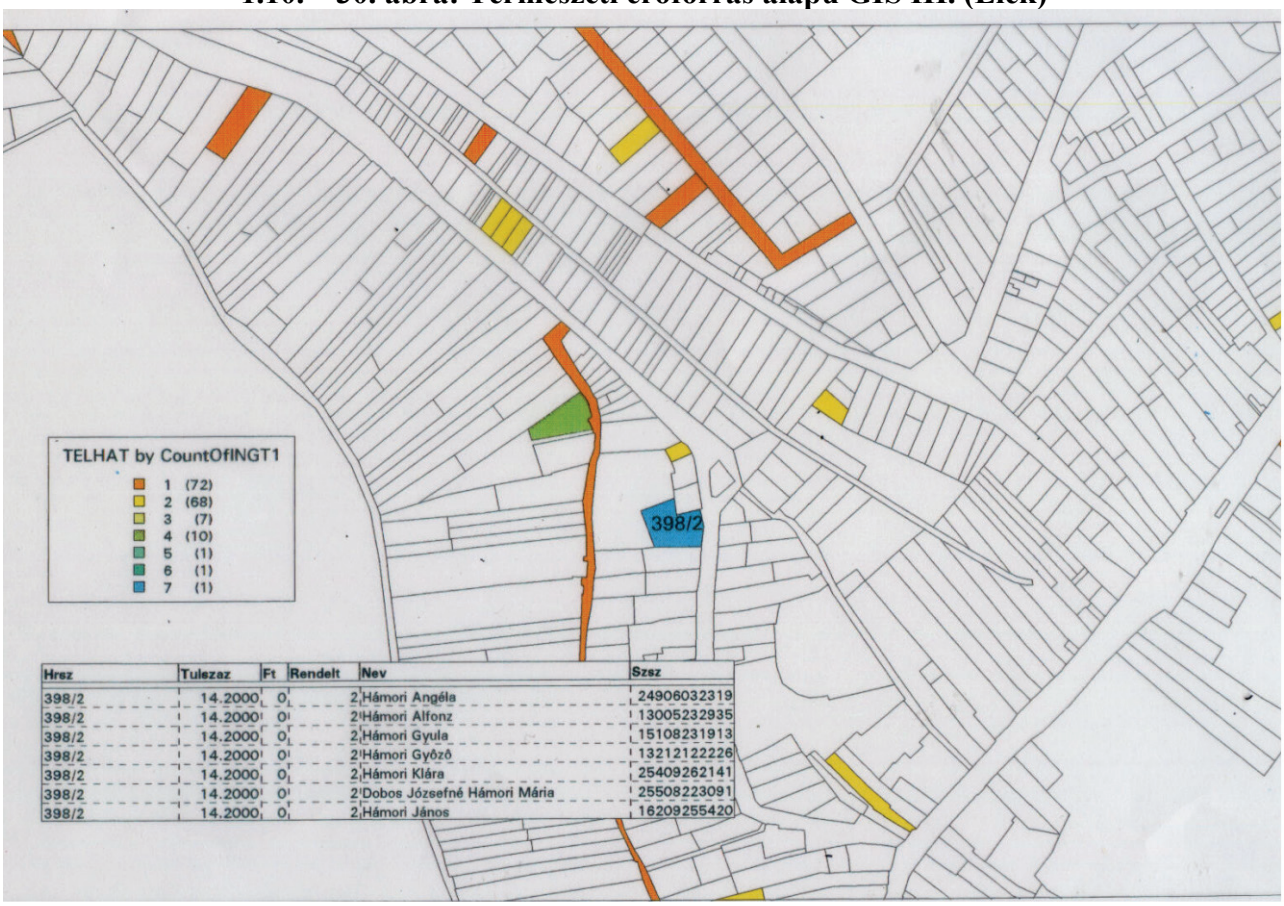
1.10. – 28. ábra: Természeti erőforrás alapú GIS I. (Elek)



1.10. – 29. ábra: Természeti erőforrás alapú GIS II. (Elek)

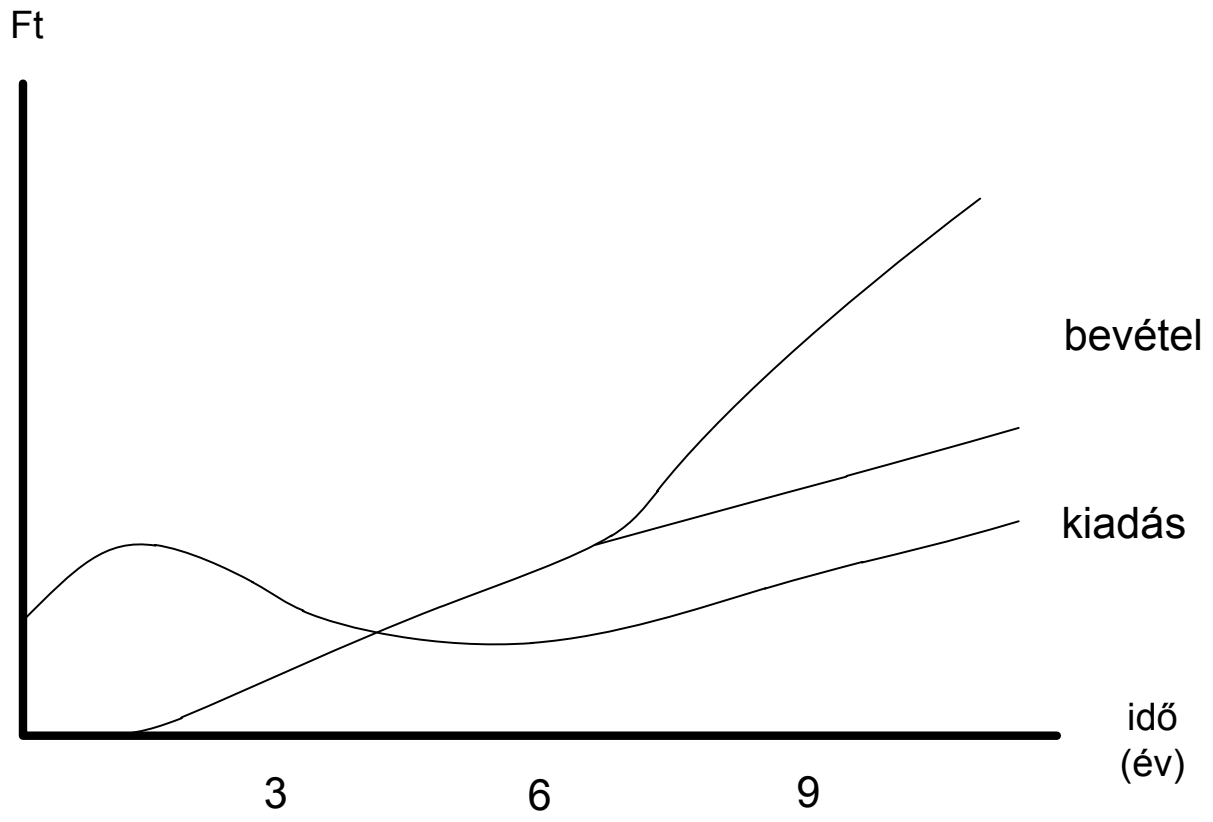


1.10. – 30. ábra: Természeti erőforrás alapú GIS III. (Elek)



1.10. – 31. ábra: Földrészlet alapú GIS (Elek)

GAZDASÁGOSSÁG



1.10. – 32. ábra GIS megtérülése

Miért fontos a térinformatika?

- Egyetlen rendszerbe integrálja a térbeli és leíró információkat,
- alkalmas keretet biztosít a földrajzi elemzésekhez,
- a térkép- és egyéb térbeli adatok digitális formába alakításával lehetőség van a
    - földrajzi ismeretek újszerű elemzésére és megjelenítésére,
- kapcsolatot teremt a földrajzi környezeten alapuló tevékenységek között,
- az adatokat földrajzilag szemlélve gyakran kapunk új szempontokat és magyarázatokat,
- ezek a kapcsolatok gyakran felismerhetetlenek GIS nélkül, bár alapvető fontosságúak lehetnek a folyamatok és erőforrások megértésében és kezelésében.

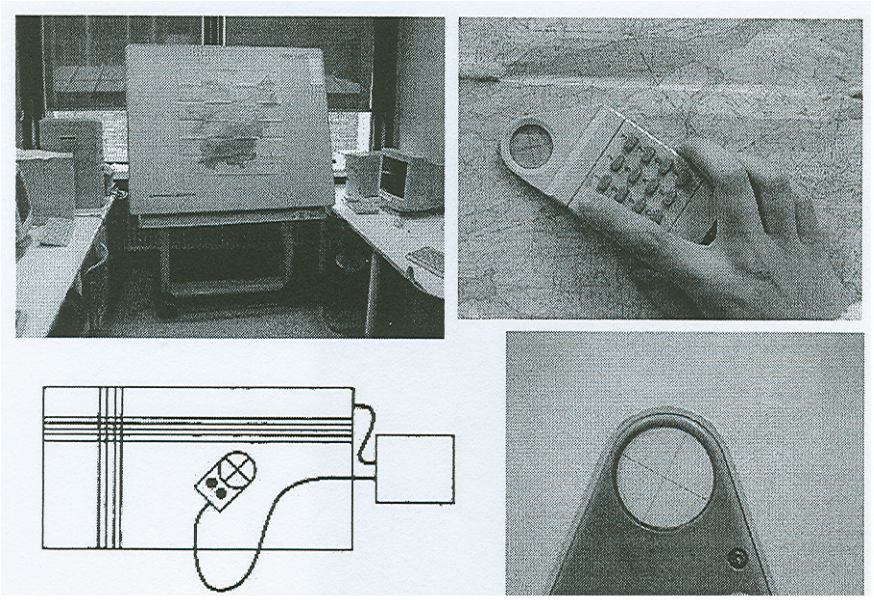
Ajánlott GIS portálok

http:// terinformatika.geocentrum.hu

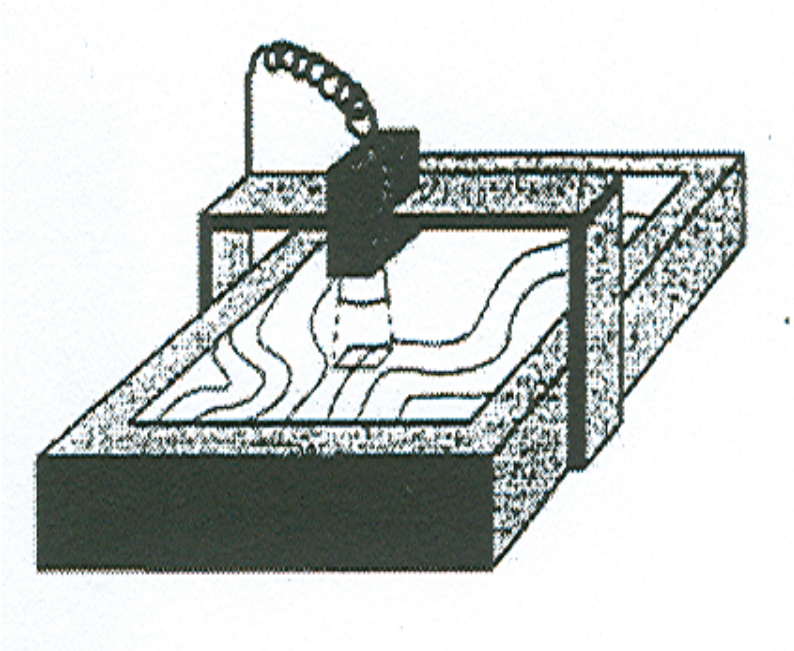
http:// gisfigyelo.geocentrum.hu/cikkek

http://lazarus.elte.hu

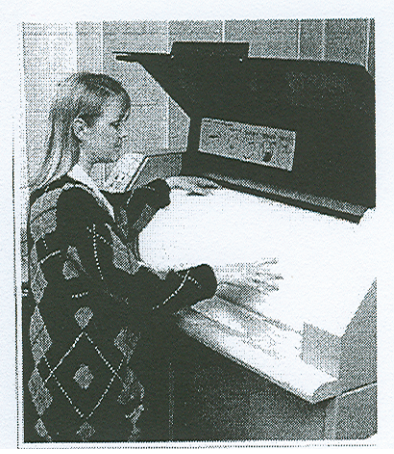
Az adatgyűjtés történhet elsődlegesen (terepi felvételezéssel: geodéziai, távérzékelési módszerekkel, mint GPS, légifényképezés, űrtávérzékelés) és másodlagos módszerekkel, mint meglévő térképek, irodalmi források, fényképek, digitális alfanumerikus és grafikus források, stb. kiértékelésével (1.10. - 33-34. ábrák). Az adatbevitel változatos módszereiről a 1.10. - 35-38. ábrák adnak tájékoztatást. Az adattárolás után az adatelemzés, majd az adatmegjelenítés következik (1.10. - 39. ábra).



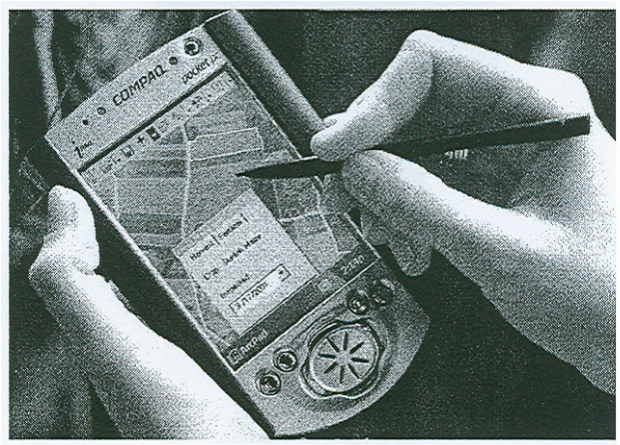
1.10. - 33. ábra: Adatbevitel: digitalizálás digitalizáló táblával



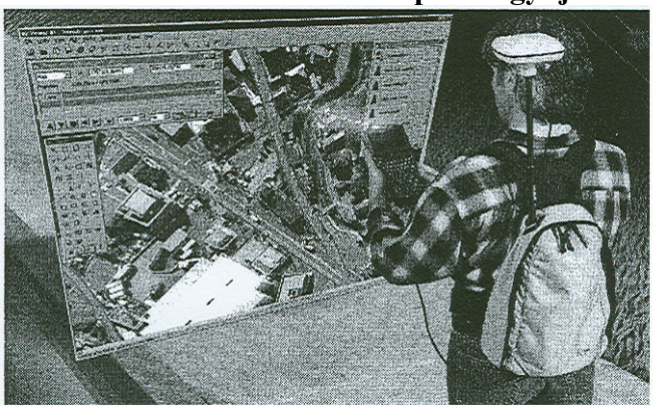
1.10. - 34. ábra : Adatbevitel: lapszkennerrel



1.10. - 35. ábra : Adatbevitel: dobszkennerrel

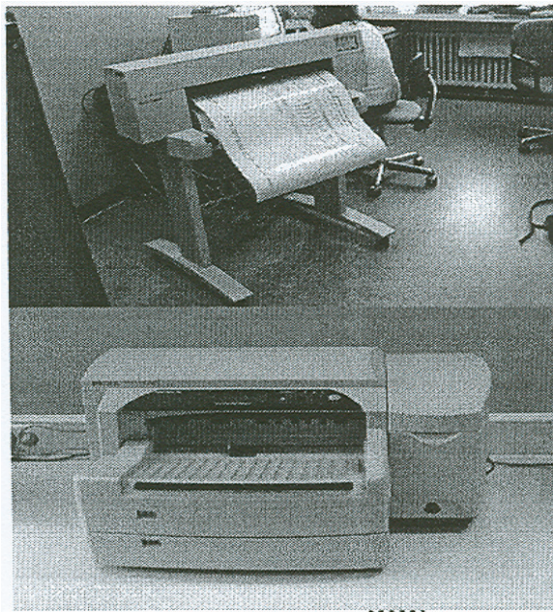


1.10. - 36. ábra : Adatbevitel: terepi adatgyűjtéssel (palmtop)



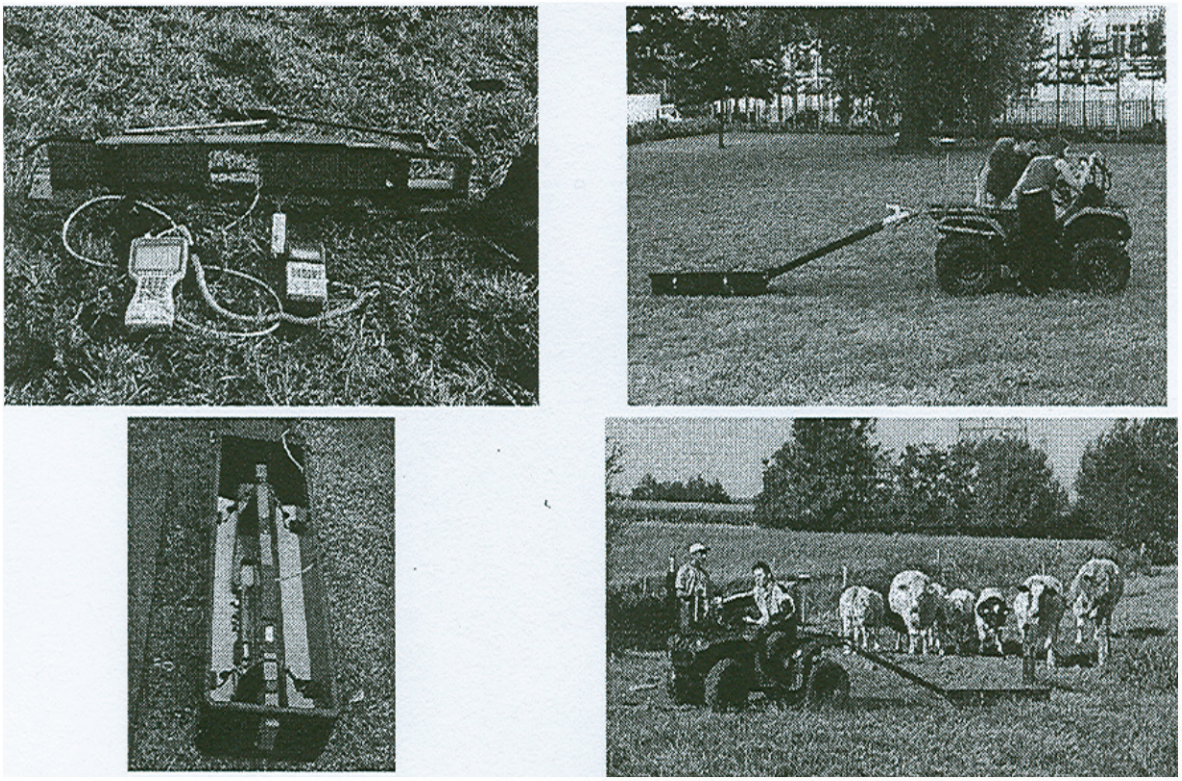
1.10. - 37. ábra: Terepi adatfelvétel

1.10. - 38. ábra: Adattárolás? (Márkus)



1.10. - 39. ábra: Rajzgép (plotter) és nyomtató (printer): kimeneti eszközök

A térinformatikai alkalmazások számtalan lehetőségei közül a precíziós mezőgazdaságit mutatja be a 40. ábra. Az alkalmazások trendjéről a 41. ábra, a hálózatok jelentőségéről a 42. ábra informál.



1.10. - 40. ábra: Precíziós mezőgazdálkodás

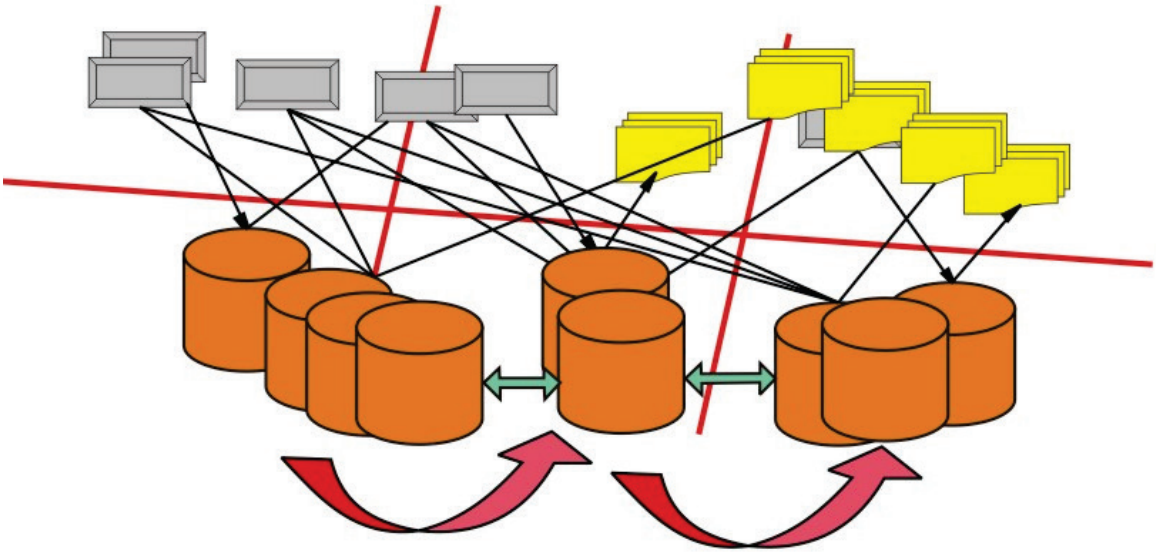
Alkalmazások

- Mobil GIS
- Helyfüggő szolgáltatások
- Egyre komplexebb adatbázisok
- Integrált rendszerek
- Internetre alapozott megoldások
- Alkalmazásfejlesztő cégek (gyakran nem hagyományos térinformatikusok)
- Google, Microsoft, Yahoo
- ...

1.10. - 41. ábra: Alkalmazások (Márkus)

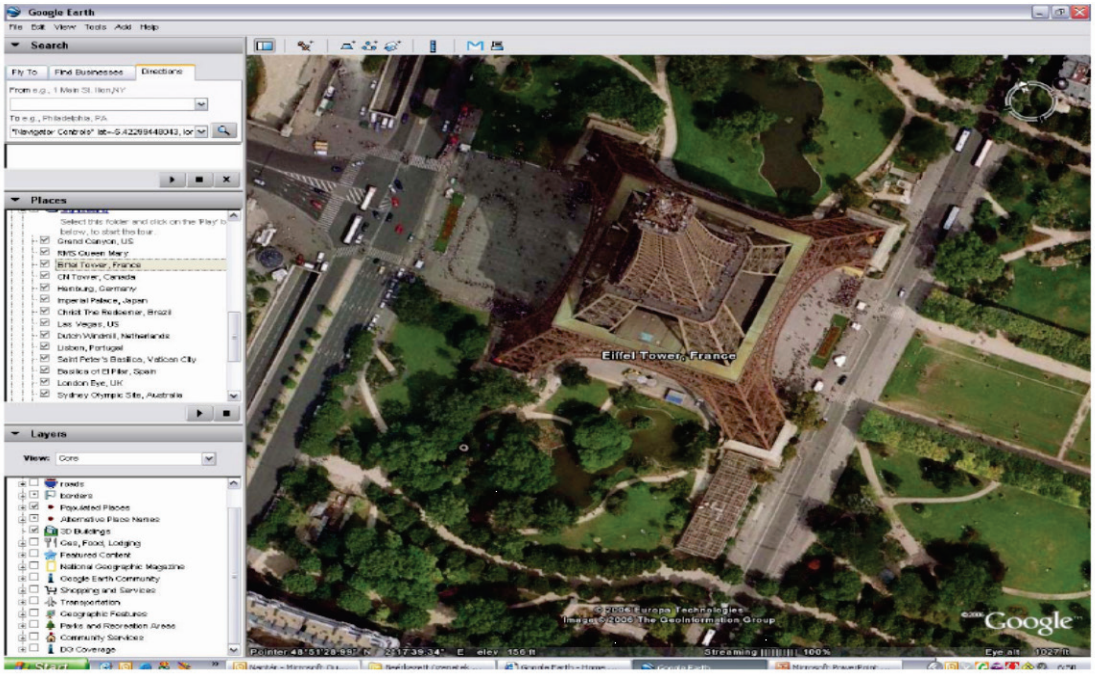
1960	*1970*	*1980*	*1990*	*2000*
Hardver	*Szoftver*	*Adatok*	*Alkalmazások*	*Hálózatok*

Hálozatok

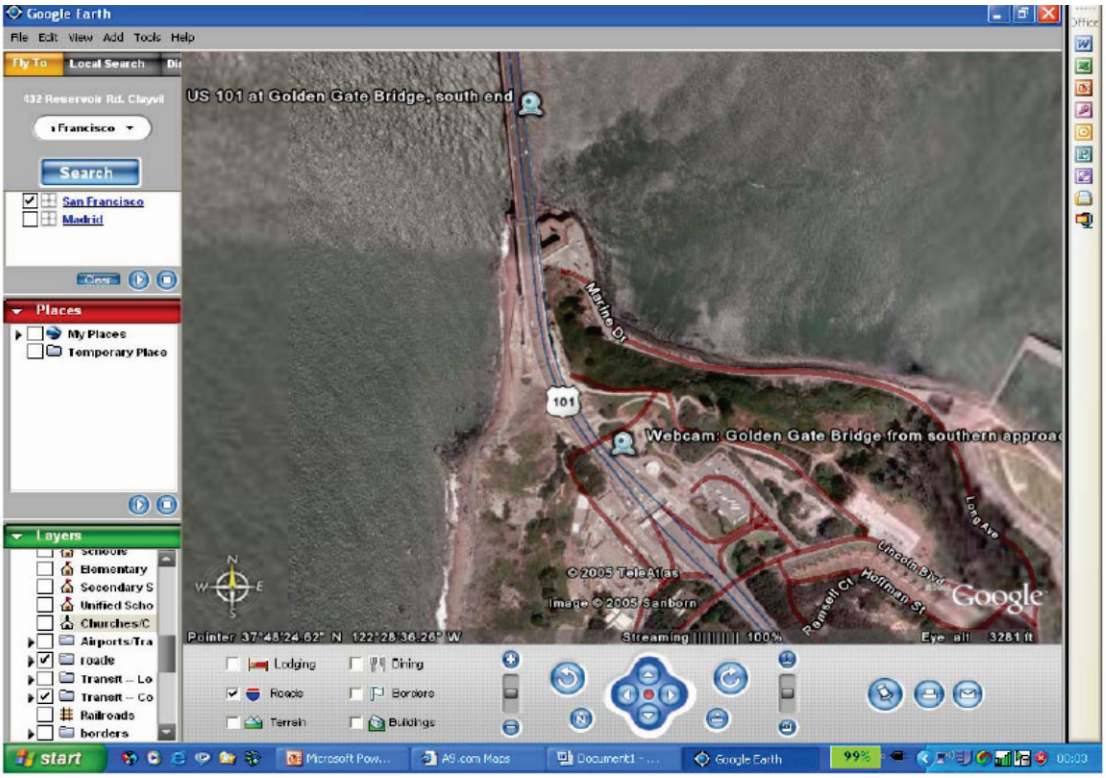


1.10. - 42. ábra: A hálózatok jelentősége napjainkban (Márkus)

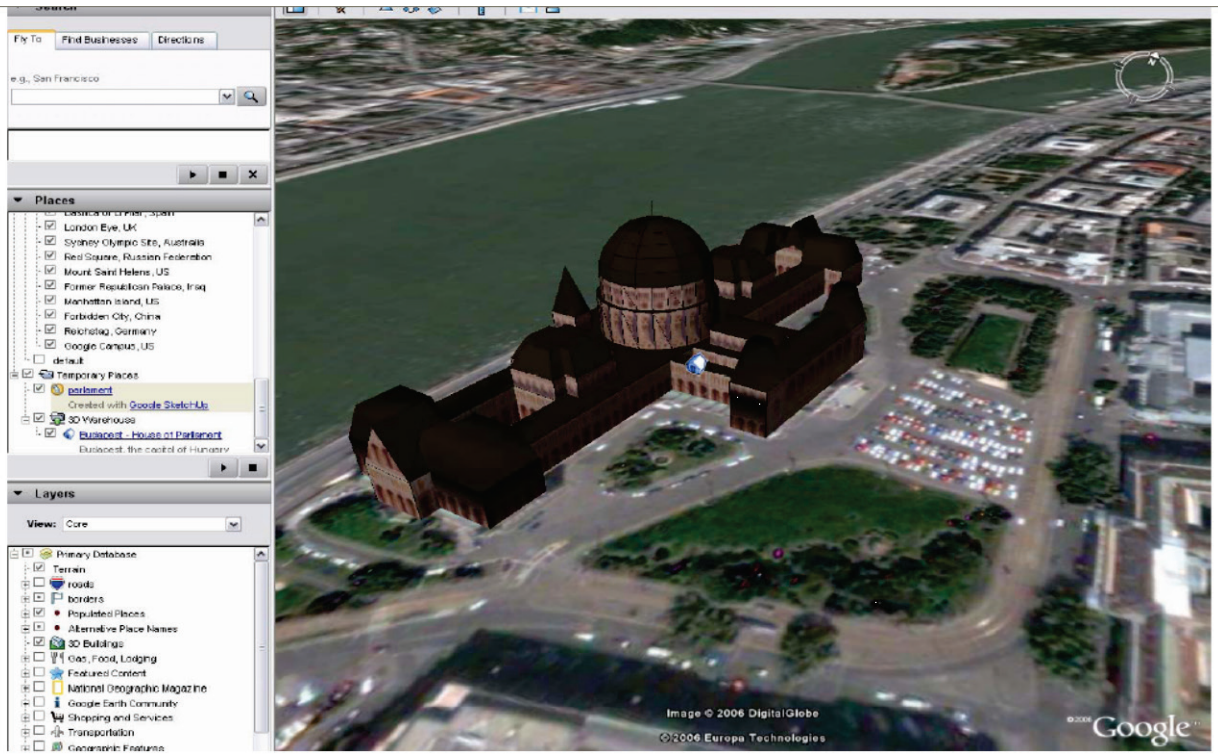
A következő ábrák (1.10. - 43-45.) a Google Earth-ös alkalmazásokból mutatnak példákat.



1.10. - 43. ábra: Google Earth I. (Márkus)



1.10. - 44. ábra: Google Earth II. (Márkus)

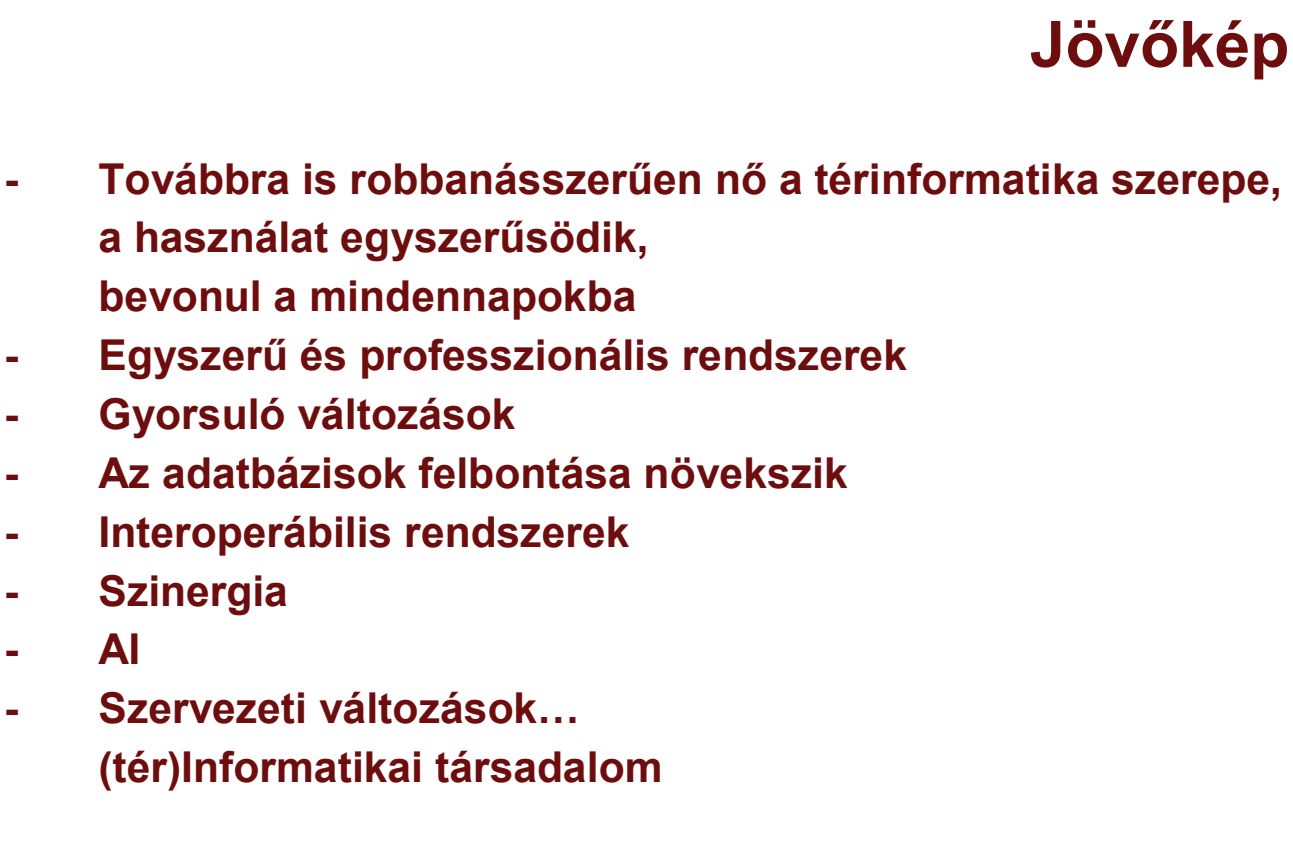


1.10. - 45. ábra: Google Earth III. (Márkus)

A 43, 47, 48. ábrák bepillantást engednek a várható GIS trendekbe, a 49. pedig rávilágít az elmélet és a gyakorlat kapcsolatának mai hiányosságaira.

1.10. - 46. ábra: Tendenciák (Márkus)

1.10. - 47. ábra: Fejlődési trend (Márkus)



1.10. - 48. ábra: Jövőkép (Márkus)

1.10. - 49. ábra: A GIS alkalmazások hiányosságának oka (Márkus)

1.11. VÁLTOZÁSTÉRKÉPEK

A földfelszínen bekövetkezett változások három szinten definiálhatók:

- Valós változás,
- Megfigyelhető változás,
- Megfigyelt változás.

Bizonyos eltérések a valós földfelszíni változásoktól független okok miatt jelennek meg; ezek nagy többsége a mérés, megfigyelés folyamata során jelenik meg. Idősoros elemzés, monitoring, változásvizsgálat során a célunk, hogy a megfigyelt változások alapján következtessünk a valós változásokra. Sok esetben nem szükséges a valós fizikai adatokra következtetni, hiszen a cél a megváltozott *területek* azonosítása, elkülönítése a többi területtől, nem a változások pontos mérése és fizikai paraméterekhez kötése.

Maguk a valós változások is több csoportra bonthatók:

Hirtelen és/vagy nagymértékű változások, amelyek kategóriákkal, diszkrét értékekkel leírhatók (pld. erdőtűz, aratás),

Fokozatos és/vagy kismértékű változások, amelyek folyamatos skálán írhatók le.

(COPPIN ET AL., 2004).

Ha a vizsgálat célja nagymértékű, a felszínborításban, földhasználatban bekövetkezett *konverziók* azonosítása, *kvalitatív* változásvizsgálati módszereket alkalmazhatunk. A második típusba sorolt

módosulások csupán a felszín tulajdonságainak (relatíve) kisebb mérvű változását okozzák, ezért *kvantitatív* módszerek alkalmazását követelik meg.

A változás-térképek esetében ez a következőképpen jelenik meg:

- kvalitatív vizsgálatok esetében jól elkülönített, jellemző színeket használhatunk a változás milyenségének és irányának ábrázolására (ld. 1. esettanulmány),
- kvantitatív vizsgálatok eredményeit általában színfokozatokkal érzékeltethetjük, ahol az alapszín a változás irányát, a színárnyalat, színerősség pedig a változás mértékét jelöli (ld. 2. esettanulmány).

1. esettanulmány: a CORINE felszínborítási adatbázis felújítása

(Forrás: CORINE felszínborítási adatbázis felújítás. Űrvilág – www.urvilag.hu, 2004. 12. 03. Szerző: Büttner György osztályvezető, Földmérési és Távérzékelési Intézet, Környezetvédelmi Távérzékelési Osztály)

A FÖMI Távérzékelési Központ szakemberei a közelmúltban dolgozták ki az 1:50.000 méretarányú CORINE Felszínborítási adatbázis (CLC50) felújítási technológiáját.

Napjaink környezeti változásainak fő előidézője az emberi tevékenység. A terebélyesedő városok, közlekedési hálózat és ipar gyakran értékes mezőgazdasági és erdő területeket foglal el. A népesség növekvő élelmiszer szükségletének kielégítésére újabb és újabb területeket művelnek meg, ami az erdők kiirtásával és a mocsarak lecsapolásával jár. Mindezek a természetes növényzet és az állatvilág életterének folyamatos csökkenését eredményezik, és hosszabb távon negatívan hatnak az ember életkörülményeire is. Ugyanakkor tapasztalhatók ellentétes irányú folyamatok is. A mezőgazdasági túltermelés miatt szükségessé válhat a termőterületek csökkentése, célul tűzve ki az eredetihez közeli állapot visszaállítását. Máshol pedig -- miután belátták a korábbi emberi beavatkozás káros hatásait -- az évtizedekkel ezelőtti vízi- ill. mocsárvilágot kísérlik meg visszaalakítani.

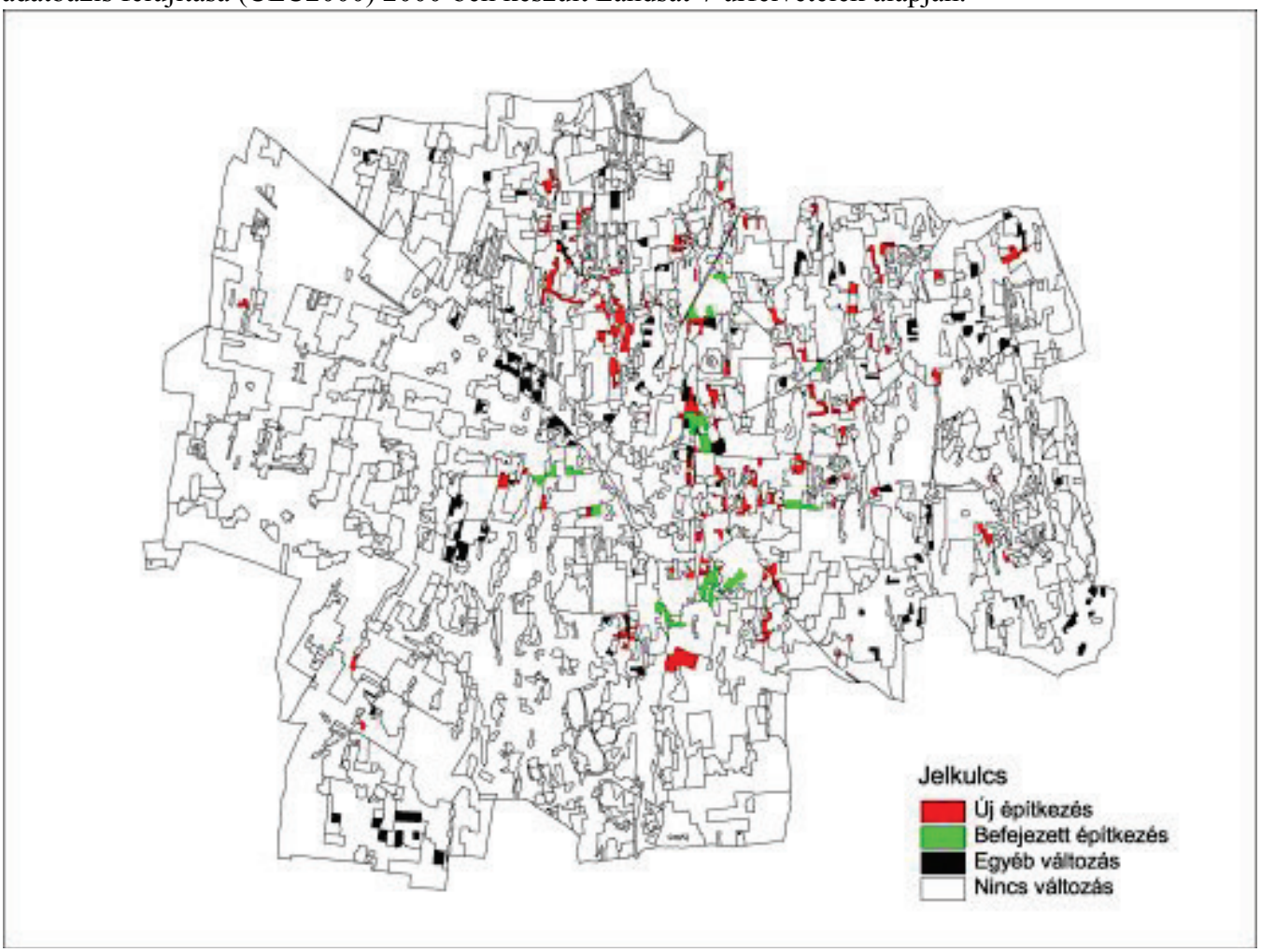
A környezetgazdálkodás célja, hogy a csábító, de csak rövid távú anyagi előnyöket nyújtó területfejlesztésen túlmutató, hosszú távon megtérülő, környezetkímélő megoldásokat alkalmazzon. Ehhez körültekintő tervezés szükséges, melyhez viszont megbízható adatok és a döntések hatását előre jelezni képes modellek kellenek. Az űrfelvételek segítségével gyorsan és olcsón, nagy területre elkészíthető felszínborítási térkép megmutatja, hogy pontosan mivel is kell gazdálkodnunk.

Az Európai Unió által szervezett CORINE Felszínborítás (Land Cover) projekt célja Európa felszínborításának feltérképezése egységes elvek alapján, 1:100.000 méretarányban. Felszínborításnak nevezzük a földfelszín megfigyelhető biológiai-fizikai jellemzőjét. A számítógépes tematikus térkép (adat-bázis) az alábbi öt fő csoportban 44 kategóriát tartalmaz:

- Mesterséges felszínek (települések, ipar, közlekedés, bányászat): 11 kategória;
- Mezőgazdasági területek (szántók, legelők, ültetvények, rizsföldek, vegyes mezőgazdasági hasznosítás): 11 kategória;
- Erdők és természet-közeli területek (lombos, tűlevelű és vegyes erdők, természetes gyepek, cserjések, ritkás vagy növényzet nélküli területek): 12 kategória;

- Vizenyős területek (szárazföldi és tengermelléki mocsarak): 5 kategória;
- Vízfelületek (folyók, tavak, tengerek): 5 kategória

Az adatbázis létrehozása űrfotótérképek (= nagyfelbontású űrfelvételek, melyek a digitális előfeldolgozást követően térképi pontosságúak) vizuális, számítógéppel segített interpretációjával történik. Az interpretációs munka szerves része a segédadatok (topográfiai térképek, légifelvételek, stb.) használata és a terepbejárás. Az elkészült, ellenőrzött térképek digitalizálás után válnak a felszínborítási adatbázis részévé.
Az első standard CORINE felszínborítási adatbázis (CLC1990) elkészítésének Magyarországon a Phare Regionális Környezeti Program biztosított keretet 1993 és 1996 között. Az európai CLC2000 program keretében, hazánkban -- 28 európai országgal együtt -- ez évben fejeződött be a CLC1990 adatbázis felújítása (CLC2000) 2000-ben készült Landsat-7 űrfelvételek alapján.



1.11. – 1. ábra: Példa kvalitatív változás-térképre

Új és befejezett építkezések Nyíregyháza térségében (CLC50 változás adatbázis)

A standard CLC adatbázist mind a Környezetvédelmi és Vízügyi, mind a Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Minisztérium több, országos jelentőségű, az EU csatlakozással kapcsolatos projektjében alkalmazza (vagy felhasználta). Az adatbázis más tematikus adatbázisokkal együttesen

jól használható a regionális léptékű tervezésben és a környezeti modellezésben. További, egyelőre kiaknázatlan lehetőség a határon átívelő területeket érintő feladatok megoldásában való felhasználás (pl. vízgyűjtő szinten).

A 2339/1996. (XII.6.) Kormány határozat alapján a mezőgazdasági és környezetvédelmi tárcák finanszírozása mellett 1999 és 2003 között, 1998/99-es SPOT-4 űrfelvételek alapján a FÖMI vezetésével elkészült az 1:50.000-es CORINE felszínborítási adatbázis (CLC50). Ez az adatbázis a CLC1990-nél ill. a CLC2000-nél mind felbontásában, mind tartalmában sokkal részletesebb, és jobban szolgálja a hazai felhasználások igényeit. A CLC50 adatbázis utolsó ütemeinek terepi ellenőrzése során, 2002-2003-ban már nyilvánvaló volt, hogy az 1998/99-ben készített űrfelvételek sok esetben már nem tükrözték a valóságot: pl. új erdő, szőlő ill. gyümölcsös telepítések, erdők tarvágása, szántók felhagyása, új építkezések, stb. Nemzetközi tapasztalatok is aláhúzzák a kb. 5 éves ciklusban való felújítás szükségességét. Felújítás nélkül a mintegy 250 MFt ráfordítással elkészített CLC50 adatbázis néhány éven belül már csak korlátozottan lesz használható.

A Magyar Űrkutatási Iroda támogatásával a FÖMI Környezetvédelmi Távérzékelési Osztályán három kistérség területére felújítottuk a CLC50 adatbázist 2003-ban készült SPOT-4 űrfelvételek alapján, és meghatároztuk a 4-5 év alatt bekövetkezett változásokat. Az elvégzett kísérletek alapján reális költség- és időráfordítás becslés adható a CLC50 projekt felújítására.

2. esettanulmány: Kvantitatív változás-vizsgálat a Szigetközben és a Csallóközben űrfelvétel-idősor alapján

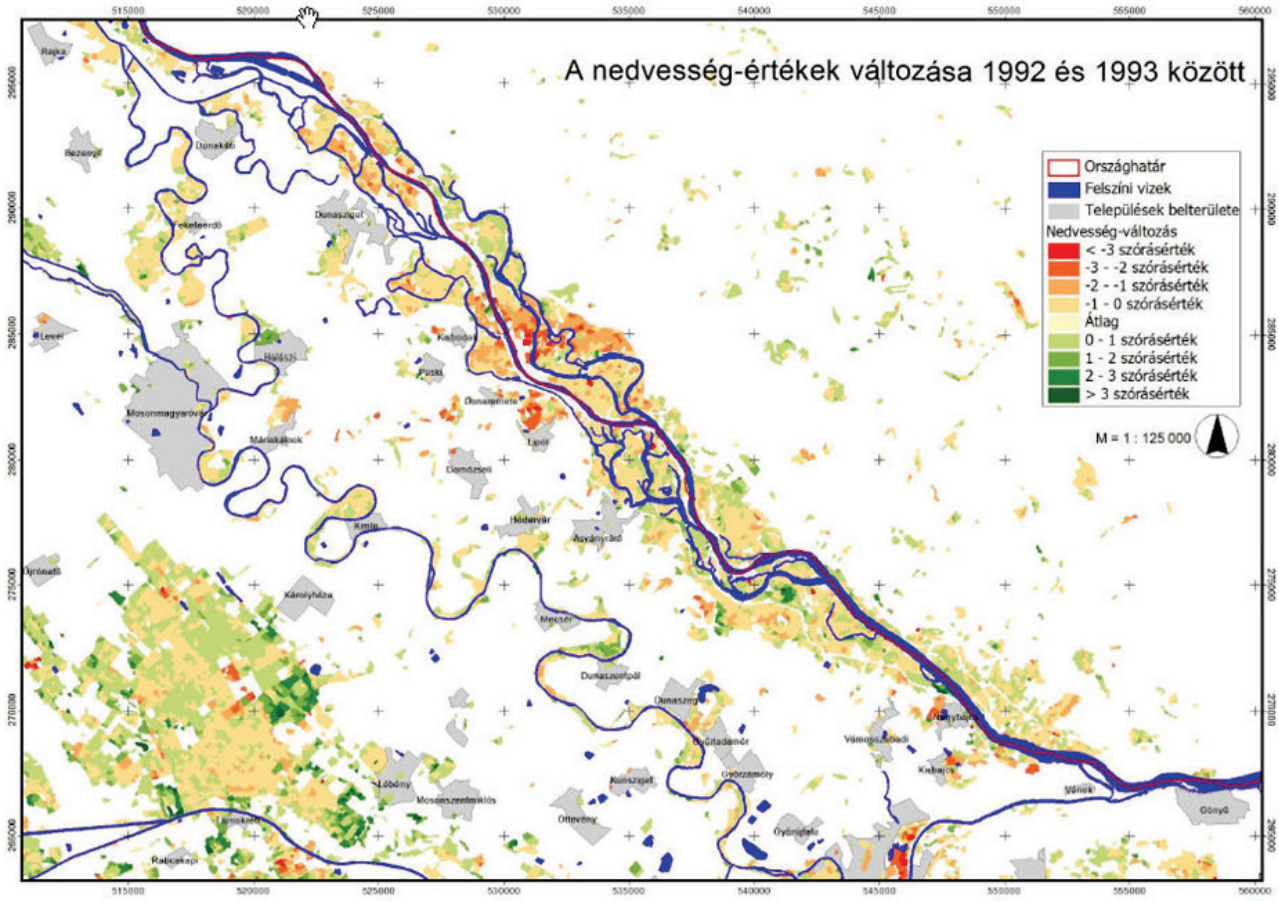
(Forrás: Kristóf Dániel: Távérzékelési módszerek a környezetgazdálkodásban. Doktori (PhD) értekezés. Szent István Egyetem, Környezettudományi Doktori Iskola, 2005.)

A Bős-Nagymarosi vízlépcső ügye már a tervezés, illetve az építkezés megkezdése során viharokat kavart, a kezdetektől folyt – és részben azóta is folyik – a közéleti, szakmai, diplomáciai vita. A magyar fél végül az építkezés leállítása mellett döntött. Aztán a Duna 1992. októberi egyoldalú elterelése új helyzetet teremtett. A vita diplomáciai és jogi mederben folyik tovább, Magyarország és Szlovákia között.

Nálunk az ökológiailag igen értékes Szigetköz területét érintik leginkább a vízlépcsőrendszer hatásai, ezért a monitoringot megalapozó állapot-felmérések már az építkezés közben megkezdődtek. A munka azóta is folyik, a Magyar Tudományos Akadémia Szigetköz-munkacsoportja fogja össze a kutatásokat. A monitoring leginkább terepi megfigyeléseken, méréseken alapul, de például az erdészeti vizsgálatok keretében végeztek légifénykép-alapú elemzéseket is.

A Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) archívumában fellelhető űrfelvételek egészen az építkezés megkezdése előtti állapottól napjainkig tartalmaznak adatokat a területről. Az ötlet innen adódott: nézzük meg, hogy ezek a felvételek segíthetnek-e a Szigetköz változásainak nyomon követésében? A feladat módszertani szempontból is érdekes. Elvégzéséhez a Magyar Űrkutatási Irodától kétszer nyertünk támogatást pályázat útján.

Az egyik cél a bekövetkezett változások idejének, helyének és mértékének feltárása volt, ezért az egymást követő felvételi időpontok között a nedvesség-értékek különbségét páronként kiszámítva *változás-térképeket* hoztunk létre. Mindig a későbbi időpont értékeit vontam ki a korábbiból, így a nedvesség-csökkenés negatív, a növekedés pedig pozitív értékként jelent meg. Ez a módszer alkalmas a két időpont közötti változások helyének és mértékének elemzésére.



1.11. – 2. ábra: Példa kvantitatív változás-térképre

A Szigetköz és a Csallóköz nedvesség-változása 1992 és 1993 között. A színfokozatok a különböző érték-kategóriákat jelölik.

2. ADATNYERÉSI MÓDSZEREK:

2.1. Az adatgyűjtés fejlődéséről általában:

A térinformatikai rendszerek adatbázisának feltöltése a környezetvizsgálatnál nem tekinthető úgy, mint egy részletesen és pontosan meghatározható folyamat (amit, ha egyszer megtanulunk, hosszú ideig alkalmazhatunk). Ennek a legfőbb oka az, hogy a szakterületen folyamatos fejlődés van, így a konkrét feladatok, megoldási módok is folyamatosan változnak. Természetesen van jó oldala is a dolognak, hiszen a szakemberek elé újabb és újabb problémák kerülnek.

Az egyik legfőbb hajtóerő az új gazdasági-társadalmi ágazatok megjelenése, új igények jelentkezése. Az újabb igényeket e mellett az újabb technikai lehetőségek is serkentik. Főként a témánkat érintő humán terület fogalmaz meg újabban egyre szélesebb körű feladatokat a térinformatika számára, ami az egyre terjedő, környezetvizsgálatot igénylő kérdések elszaporodását is jelenti. Ide tartozik még a múlt megismerésének egyre nagyobb igénye (környezetrekonstrukció), valamint ezek alapján a fejlődési tendenciák vizsgálata.

Nagyfokú lehetőségeket kínál, a feladatmegoldás fejlődését segíti a kiértékelő, adatgyűjtő technológia folyamatos változása. A lehetőségek mellett a környezeti problémák bonyolódása, a kutatások egyre összetettebb (pl. a felkutatandó jelenségek fedettebbek) volta maga is visszahat a technológiára, újabb módszerek kidolgozására ösztönözve. Az utóbbi időben leginkább a számítástechnika fejlődése szolgál iránymutatóul, de kialakultak új távérzékelési lehetőségek is (pl. aktív lézer szkenner), valamint az adatfeldolgozás is könnyebbé vált (digitális fotogrammetria).

A térinformatika kialakulása sajátos rendszereivel (GIS) egyaránt lett követelmény és divat is. Természetesen a környezeti kutatások megkívánt komplexitása maga után húzza a térinformatika használatát. A sokféle adat egységes feldolgozása, az egységes geometria követelménye ezt támasztja alá. Napjainkra elmondható, hogy általában nem lehet mellőzni a GIS-ben történő adatgyűjtést, főként, ha segítségével újabb információkhoz szeretnénk hozzájutni. Ugyanakkor egyre inkább divat is, néha egyszerű digitális térképeket térinformatika névvel illetnek a könnyebb eladhatóság végett.

További fejlődési lehetőséget biztosít a térinformatika alkalmazása akkor, ha a térbeli adatgyűjtést összekötjük az időbeli vizsgálatokkal. Az újabb feldolgozási módszerek lehetővé teszik az archív anyagok egységes kezelését, segítségükkel új információk létrehozását. Napjainkra lehetővé vált a legrégebbi (XVIII. századi) topográfiai térképek integrálása is, ami nagyobb távlatokat nyitott a kutatásban.

A környezeti jellegű vizsgálatok célja (legyen az akár időbeni, akár térbeni vizsgálat) minden esetben a bennünket körülvevő jelenségek együttesének (az érzékelhető világnak) valamilyen megfigyelésén, kutatásán alapuló elemzés, adatszolgáltatás. Tehát elméletileg a teljes körülvevő világ elemzése a feladat, amit csak térben (és időben) lehet korlátozni. Ez a világ azonban olyan összetett és bonyolult, hogy feladataink meghatározása után meg kell határozni a

vizsgálni kívánt jelenségek fő szerkezetét, tulajdonságait, esetleg a jelenségek típusait. Az így felállított vizsgálati csoportokat nevezzük a feladat elméleti modelljének. Nyilvánvaló, hogy a tapasztalatok, felismerések után ezek a modellek korrigálhatók (főként a környezeti jelenségek konkrét tanulmányozása segítségével), és a későbbiekre nézve továbbfejleszthetők. Ez maga után vonja azt is, hogy hasonló feladatok megoldására más és más modellek születhetnek.

A felállított elméleti modellünk alapján való eredményes munka azonban attól függ, hogy ki tudjuk-e kereteit tölteni konkrét vizsgálati anyaggal, jelenségekkel, objektumokkal. Adatgyűjtésünk ugyanis a terepen csak konkrétumokon alapulhat. Meg kell tehát alkotni a téma megoldásának fizikai modelljét is. A fizikai modell legfontosabb kritériuma az, hogy adott körülmények között megvalósítható-e. Befolyásolja továbbá az adatgyűjtés lehetősége, vagy korlátja.

A fizikai modell előírja a vizsgálati elemek típusát, kapcsolatrendszerét. Nagyon fontos a vizsgálati elemek reprezentációs foka, tehát az, hogy viselkedésük jellemző-e a cél elérésének folyamatában (pl. a talaj sötétebb színe kapcsolatban van a nedvességtartalmával). Gyakorlatilag el lehet mondani, hogy a fizikai modell elemeinek kiválasztása alapvető fontosságú, hiszen egyes típusainak hiánya, vagy paraméter-készletük rossz megválasztása akár a vizsgálatok negatív eredményét is hozhatja. Egyúttal ez intő jel az adatgyűjtésen alapuló környezeti kutatások manipulálhatóságára is. Meg kell még említeni a két legfontosabb modellalkotó (vizsgálati) típust. Az egyik az úgynevezett oknyomozó modellen alapul. Ekkor a meglévő objektumok, jelenségek vallatása alapján jutunk eredményre, és töltjük fel adatbázisunkat. A másik az intuíciós megközelítés. Erre akkor lehet szükség, ha nem ismert konkrétan az adatgyűjtés tárgya (pl. ismeretlen objektumok keresése). Itt általános összefüggések keresése lehet az előrevivő, a környezetétől eltérő jelenségek vizsgálatán keresztül. A módszer felveti azt az alapvető kérdést is, hogy meg tudom-e különböztetni akár a természetes képződményt is az emberi létesítménytől (elvileg könnyű probléma).

2.1.1. Az adatnyerés típusairól általában

Minden környezeti térinformatikai rendszer felépítésének alapja a benne szereplő adatok, információk tömege. Lehet bármilyen bonyolult vagy felhasználó-barát a szoftverkörnyezet, a rendszer többek között annyit ér, amennyi, és főleg amilyen adatokat tartalmaz. Ezért nagyon fontos áttekinteni az adatnyerés különféle módszereit, ezek lehetséges tartalmát, megbízhatóságát. A következőkben különféle szempontok szerint csoportosítva bemutatjuk az adatnyerés alapvető jellemzőit, az eredményesség feltételeit.

Elsődleges, másodlagos, geometriai, fizikai és tartalmi információk:

Környezeti szempontból talán a legfontosabb csoportosítás az adatok nyerésének elsődleges vagy másodlagos jellege. Ugyanis a környezetvizsgálatnál nagyon sokat jelenthet a saját tapasztalat, terepbejárás, terepi adatgyűjtés, míg a másik oldalon készen kaphatjuk akár a legnagyobb szaktekintélyek vizsgálati eredményeit is. További megfontolásra adhat okot az, hogy a saját,

esetleg nem is annyira mélyreható adatainkat egyszerűbben integrálhatjuk be egy térinformatikai adatbázisba (az adatgyűjtés paramétereit eleve úgy határozzuk meg), könnyebben módosíthatjuk őket, míg a készen kapott eredmények sokszor tartalmukat és szerkezetüket tekintve nehezebben kezelhetők.

Ezeket előrebocsátva az elsődleges adatnyerési eljárásoknál az információkat közvetlenül a terepről, esetleg felszín alól (mintavétel, helyszíni vizsgálat, szemlélés, monitoring, stb.) vagy a felszín különböző leképezéséből (távérzékelés) nyerjük. Ezekhez szorosan tartozik, mint a környezeti adatokhoz kikerülhetetlenül kapcsolódó geometriai adatok közvetlen szolgáltatása a geodéziától (nagy méretarány) a topográfiai módszerekig. A másodlagos adatnyerés kiindulópontja mindig egy már meglévő adat (statisztika, mérési eredmény, elemzés, összegzés, stb.), illetve meglévő térképek, felmérések. Ez utóbbiak azért érdekesek, mert a térképek készítése mindig valamilyen fő céllal történik, a környezetet valamilyen szelekció, egyszerűsítés után ábrázolja. Így könnyen belátható, hogy a térképek felhasználása tartalmi felépítésük miatt nem mindig egyszerű, gyakran további átdolgozást, átgondolást igényelnek.

A fentiekből kitűnik, hogy az elsődleges eljárások általában több időt, költséget és energiát igényelnek, viszont az adatnyerés körülményeit, paramétereit mi határozzuk meg, míg a másodlagos eljárások esetében a fő problémát az adatok megbízhatósága jelenti. Továbbá nem elhanyagolható tény az, hogy igazán naprakész adatokat általában elsődleges eljárásokkal kaphatunk, amelyek egyúttal könnyebben leellenőrizhetők is. Ez értékeli fel sok környezetvizsgálati feladatnál a távérzékelést, ami felületi, naprakész, ellenőrizhető eredményeket produkálhat.

A környezeti adatbázisok adatnyerésénél három alapvető információtípus különböztethető meg, természetesen ezek leggyakrabban egymást kiegészítve jelentkeznek. Az első és legalapvetőbb ezek közül a geometriai információ, mivel (térinformatikai rendszer esetében) minden egyéb adat, összefüggés helyhez kötötten kell, hogy tárolásra kerüljön. A geometriai információk nyerése két fő módon lehetséges, elsődleges úton (geodézia, fotogrammetria, GPS, stb.) vagy másodlagos úton (térkép, koordináta, stb.). Meghatározó lehet e témakörben is a méretarány, vagy az adatok terepi felbontásának kérdése, hiszen az adatnyerés pontosságát és részletességét ez alapvetően meghatározza. Megjegyzendő, hogy a geometriai információk érvényessége időkorlát nélküli, ezeket bármikor "avulás nélkül" fel lehet használni. Ez azért fontos, mert minden információt, hogy adatbázisunkban összehasonlítható, elemezhető adat legyen, illeszteni kell valamilyen rendszerhez. Viszonylag egyszerű a helyzetünk a geometriai információkkal, mert a terepi adatgyűjtés (geodéziai) módszerei eleve biztosítják a hazai geometriai alaprendszerhez (EOV) való kapcsolódást. A távérzékelt anyagok illesztése ugyanebbe a rendszerbe illesztő objektumok (pontok, vonala, stb.) segítségével történik, azzal a megjegyzéssel, hogy gyakran speciális illesztő elemek (pl. infravörös sugárzók) használata szükséges, valamint főleg az űrfelvételek esetében egzakt matematikai illesztés nem lehetséges. További problémát jelentenek a sok esetben felhasználni szükséges régi térképi anyagok, mivel ezek vetületi rendszerei, helyi torzulásai gyakran csak bonyolult, többszöri illesztéssel integrálhatók a térinformatikai adatbázisba.

A környezeti adatbázisok természetes szakmai információit jórészt a fizikai információk képviselik. Ezek azok a jellemzők, amelyek a környezeti jelenségek, objektumok állapotára, kémiai,

fizikai összetételére, különböző határértékekre illetve károsítási fokozatokra utalnak. A fizikai információk nyerése szintén két fő módon lehetséges, elsődleges úton (helyszíni mintavétel, mérések, monitoring, fotointerpretáció, stb.) vagy másodlagos úton (tematikus térkép, jegyzőkönyv, leírás, stb.). Megjegyzendő, hogy a homogén adatfeltöltés szempontjából fontos távérzékelés feldolgozásánál legfontosabb fizikai jellemzők a spektrális viszonyok, ezek meghatározásának pedig a később is tárgyalt multispektrális módszerek a legjobb eszközei. A fizikai információk érvényessége a geometriaival ellentétben "időkorlátos", hiszen a tárgyalt jellemzők folyamatosan változnak az időben (pl. meteorológiai körülmények változása), így a különböző alaprendszerekhez, vagy akár a valósághoz való illesztésük bonyolultabb művelet. Emiatt is a fizikai információk megbízhatóságának ellenőrzése korlátolt, általában az adott multispektrális anyag esetleges redundanciáit lehet e célra hasznosítani.

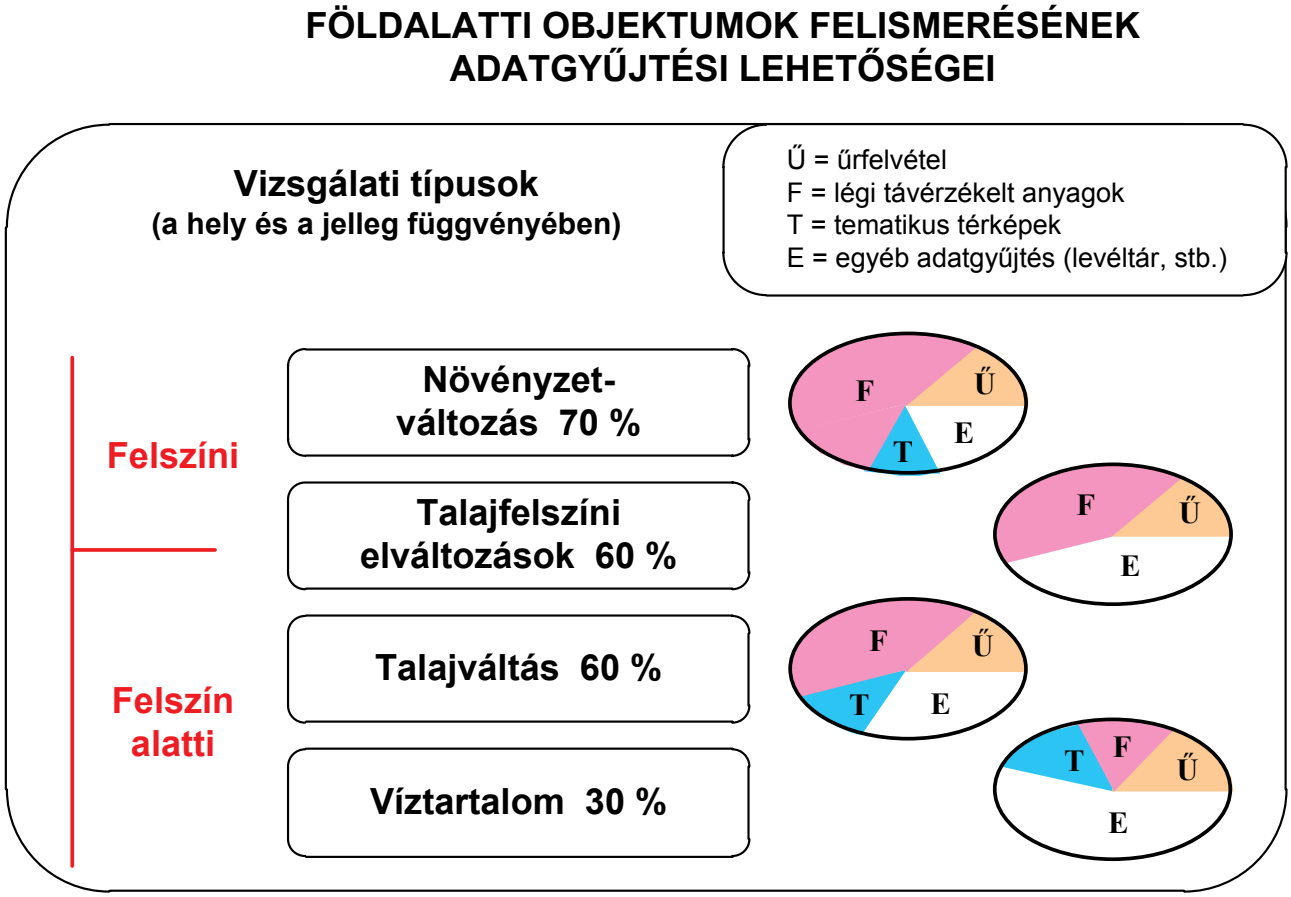
A legproblémásabb, de egyben a legperspektivikusabb alkotóelem a harmadik, a tartalmi információ. Problémás, mert általában nem konkrét mérési eredmény, amit automatizáltan be lehet olvasni. Perspektivikus, mert olyan háttér-információkon alapszik, melyek nem modellezhetők, számíthatók automatikusan, hanem szakismeretekhez köthetők. A tartalmi információ tehát a környezeti elemek összefüggéseinek vizsgálatára szolgál, a folyamatok leírásának eszköze. Mivel erősen kötődik a vizsgálatot, adatfeltöltést végző személyekhez, ezért főként elsődleges adatgyűjtési formája használatos. Ennek két fajtája van a környezetvizsgálatban, a terepbejárás és a fotointerpretáció. Itt a fotointerpretációnak kiemelt jelentősége van, mégpedig a felületében nem észlelhető környezeti jelenségek (pl. légszennyezés, föld alatti folyamatok) kutatásában, ami az úgynevezett indikátor-jelenségek felismerésével van összefüggésben. Az indikátorok olyan jellemzők, amelyek valamilyen objektum elváltozása révén lehetővé teszik a nem észlelhető jelenségek vizsgálatát. A tartalmi információk jórészt szintén "avulás nélküli" adatokká válhatnak. Ellenőrzésük, megerősítésük a távérzékelt anyagokból közvetlenül lehetséges, illetve a többidejű, multitemporális adatgyűjtéssel megbízhatóságuk fokozható.

Térbeli vizsgálatok és az adatgyűjtés:

Az adatnyerés folyamata, néhány eljárás (talajfúrás, stb.) kivételével a felszín jelenségeire vonatkozik. Legalábbis csak ezekkel a módszerekkel tudunk közvetlenül felületi jellegű (vagy teljes térbeli) információkat gyűjteni. Általánosan elmondható, hogy a felszíni adatgyűjtés lehet térbeli jellegű, míg a felszín alatti adatokat közvetlenül produkáló módszerek pontszerűek, ezáltal adataik "térbeliesítése" mindig számítással, különböző megfontolásokkal történik. Ugyanakkor főként a távérzékelési módszerekkel bizonyos felszín alatti jelenségek vizsgálhatók, ez utóbbi esetben a felszín információiból következtetünk további dolgokra.

A térbeli vizsgálatok egyik sarkalatos kérdése a területi felbontás és az ezzel összefüggő geometriai pontosság. Ugyanis ezek már az adatgyűjtés időszakában meghatározzák jórészt az elkészülő adatbázis felhasználhatóságát, alkalmasságát a különböző problémák megoldására. Ide tartozik még az a tény, hogy a területi kérdéssel összefüggő alapanyag kiválasztásánál űrfelvételek esetében fellép az optikai generalizálás, ami az eltérő felbontású anyagok eltérő információtartalmát

jelenti. Tehát ami közvetlen vizsgálattal illetve légifotón a fa, az az űrfelvételen az erdő. A pontosságról itt csak annyit, hogy, mint tudott az űrfelvételek (és egyéb folyamatos képalkotású eszközök) geometriája nem teszi lehetővé az egyöntetű, egyértelmű fotogrammetriai kiértékelést. Mindezek az elmondottak nagyon körültekintő tervezést igényelnek a felbontás és pontosság kérdésében. Másik kérdés az esetlegesen eltérő adatgyűjtésből származó információk geometriai és pontossági eltérésének valamilyen módszerrel való egymáshoz rendelése. Ez egy olyan fontos feladat a térinformatikában, amivel a későbbiekben részletesen kell foglalkoznunk (2101. ábra).



2.1.- 1. ábra Környezetvizsgálati adatgyűjtés és a távérzékelés kapcsolata

Az adatgyűjtés egyik meghatározó eleme a valódi térbeli (3D), vagy az általában használt felületi, síkbeli jellegű (2D) információgyűjtés. Mint ismeretes, a környezeti folyamatok, jelenségek, akár a felszínen, akár felette vagy alatta mindenképpen térben játszódnak le. Ezzel szemben csak a térfotogrammetriai úton kiértékelt távérzékelt felvételek nyújtanak számunkra igazi 3D adatokat. Ezért van az, hogy általában a térinformatikai adatbázisok az adatgyűjtés (monitoring, egyszeri vizsgálat, távérzékelés) eredményeit felületként kezelik. Ha térbeli elemzésről, megjelenítésről van szó, akkor ez csupán a terep domborzati viszonyaira vonatkozik.

Vizsgálatok az időben:

A térképészet, távérzékelés és fotóinterpretáció azzal a lehetőséggel rendelkezik, hogy segítségükkel a jelen állapot vizsgálata mellett a múltra vonatkozó információkat is objektív adatforrásokból tudjuk meghatározni. A korábbi időszakok térképei, légifényképei ugyanolyan információhordozók, mint a jelenlegiek, azzal a különbséggel, hogy természetesen az utóbbit tekintve csak fekete-fehér anyagok állnak rendelkezésre, és a belőlük kinyert információk közvetlen ellenőrzésére csak korlátozott lehetőségek vannak.

Az időben történő térinformatikai adatnyerésre először is felhasználhatók fotóanyagok. Ezek a légifényképek esetében mintegy 50 évre (1851-től állnak rendelkezésre képek), űrfelvételek esetében mintegy 25 évre tolják vissza azt az időintervallumot, amiből adatgyűjtés végezhető. Nyilvánvalóan a legfontosabb térinformatikai probléma e tekintetben az, hogy a különféle anyagok egységes rendszerben, az azonos objektumokra vonatkozóan egybevágóan történő feldolgozását meg kell oldani, valamint a tartalmi illesztését a kinyert információknak valahogyan szintén biztosítani kell.

Az időbeli adatgyűjtés másik forrása a mérnöki tervezésű és kivitelezésű térképek. Ezek az első időkben katonai, majd később polgári célokra is készültek. Adatforrásként egyértelműen felhasználható térképek az 1700-as évek közepétől állnak rendelkezésre (I. katonai felmérés). Ez már viszonylag nagy merítési intervallumot jelent. Természetesen a korai térképek feldolgozásánál felléphetnek jelkulcs-értelmezési problémák, valamint főként geometriai kérdések, amelyek megoldása hasonló lehet a fent említettekhez (2101. ábra).

Az időben való vizsgálatok a környezeti jellegű kutatásoknál többféle célból történnek. A környezetvédelem esetében a legfontosabb az a megállapítás, hogy a környezet állapota az időben folyamatosan változik, a változás rögzítése fontos feladat. Ez pedig csak az időben visszafelé való "mozgással" lehetséges. Ilyen cél lehet a település-fejlődés (környezeti, társadalmi vizsgálatok), korábbi környezeti állapot kutatása (szennyeződések, kialakulása, terjedése). Gyakorlatilag kijelenthető, hogy az egyik legfontosabb cél az információgyűjtésnél a környezeti folyamatok megfigyelése, meghatározása, mivel a környezet jellemzőinek mozgása dinamikus folyamat. Ugyanilyen fontos például a régészeti, történeti információgyűjtés esetében is a vizsgálat az időben. Régészeti adatgyűjtésnél az információk fokozott időjárásfüggése miatt általában csak a több idejű (multitemporális) vizsgálatok hoznak eredményt. Nyilván itt is felmerül a különböző források adatainak homogenizálása, egységesítése. Talán a legszebb kérdéskör e területen az esemény- és környezetrekonstrukció, ahol is régi dokumentumok, térképek és esetleg fényképek segítségével tudunk információkat meghatározni a múlt eseményeiről. Ez esetben különlegesen figyelni kell a levéltári adatokra, képekre, ezek felhasználása csak forráskritikai elemzés után célszerű.

Egyéb jellemzők:

Környezetünk adatainak kezelése, az adatgyűjtés miként jének meghatározása alapvetően a térbeliség kérdését veti fel, mivel nyilvánvaló, hogy az általában vizsgált jelenségek térben

játszódnak le (pl. egy környezetvédelmi jellegű vizsgálatnál a szennyeződés terjedése). Az adatgyűjtés technikai oldaláról nincs korlát, hiszen rendelkezésre állnak azok az adatrögzítési eljárások, amelyek lehetővé teszik a térbeli (3D) információk regisztrálását, kiértékelését (pl. geodézia, fotogrammetria). A felhasznált térinformatikai szoftverek azonban (a CAD-rendszerek kivételével) inkább csak síkbeli adatokat kezelnek, a magassági információkat hozzárendelik a különféle objektumokhoz (2,5 D). Az igazi térbeli rendszerek kialakulása még a jövő feladata. Minden esetre a környezeti adatokat célszerű úgy gyűjteni, hogy azok már feleljenek meg a térbeli rögzítés elvének.

Az adatgyűjtés feladatához tartozik annak rögzítése, hogy néhány speciális szakterület lehetőségeitől eltekintve (geofizika, geológia, stb.) az adatbázis-építés alapvető feladata a felszínhez köthető információk feldolgozása. A felszín jelenségeinek kutatása, minősítése azért is fontos, mert a később említett felületté-alakítás miatt csak ezek az adatok nevezhetők közvetlen információknak, a felszín alatti adatok, és részben a felszín felettiek is modellek segítségével meghatározott módszerekkel, interpolációval alakíthatók felületté. Továbbá a felszíni jelenségek által a felszín alatti objektumok, jelenségek helyzete is pontosítható.

A környezeti rendszerek fentebb is említett tulajdonsága, hogy általában nagyon fontos az időbeli adatgyűjtés. Ennek akár a környezetvédelemben (változás-vizsgálattal meghatározott szennyeződés-terjedés, stb.), akár az egyéb humán területeken (eltérő időszakokban más-más viselkedési paraméterek) feltétlenül szükséges. Általában megállapítható, hogy a pillanatnyi környezeti helyzet általában nem elégséges a vizsgálatoknál. Ezért, amikor környezeti adatok felhasználásáról beszélünk, mindig bele kell érteni az archív anyagok bedolgozását is, az időbeli folyamatok meghatározása miatt.

Meg kell említeni a környezeti adatok, adatgyűjtés meghatározó jellemzőit, amelyek befolyásolják a költségéken kívül a felhasználhatóságot, eredményességet is. Ezek közül a legfontosabb a kiválasztott alapméretarány. Ez azt jelenti, hogy a terület, feladat függvényében meg kell határozni az adatgyűjtés részletességét és pontosságát (természetesen egy nagyváros és környezetének vizsgálatakor nincs szükség minden épület nagypontosságú bemérésére). Mivel ez a tervezési lépés megelőzi az egész rendszer kiépítését, az adatok gyűjtésének lehetőségét, méltán tekinthetjük az adatgyűjtés legfontosabb befolyásoló tényezőjének.

2.2. Adatnyerés és monitoring távérzékeléssel, mint elsődleges adatforrással:

A környezeti adatbázisok kialakításánál általában törekednek arra, hogy a lehető legtöbb információ felületi jellegű legyen. Ugyanígy fontos szempont az adatok homogenitása. Ezen kívül anyagi és felhasználási szempontból elsőrangú az adatfeltöltés ideje. Mindezeknek a kritériumoknak eleget tesz a távérzékelés, illetve a távérzékelt felvételekből fotogrammetriai és fotointerpretációs eljárásokkal kinyerhető információ. Ezek alapján elmondható, hogy esetünkben ezek a módszerek az egyik legfontosabb információgyűjtő módszerek, azzal a további előnnyel,

hogy egyben elsődleges adatgyűjtést is jelentenek, hiszen minden esetben környezetünk objektív (csak a leképezéstől függő) képét rögzítik, az azonnali vagy későbbi kiértékelés számára.

Az is egyértelmű, hogy (a mai szoftver-rendszereket tekintve) a távérzékelt felvételek GIS-be történő bedolgozása közvetlenül lehetséges, és ezekben a rendszerekben a kiértékelésük is biztosított lehet. Ugyanakkor a légi- és űrfelvételek közvetlenül általában csak a felszíni információk megszerzésére alkalmasak, még akkor is, ha sok esetben segítségükkel következtetni lehet felszín alatti folyamatokra, jelenségekre is (talajszennyeződés, föld alatti objektumok).

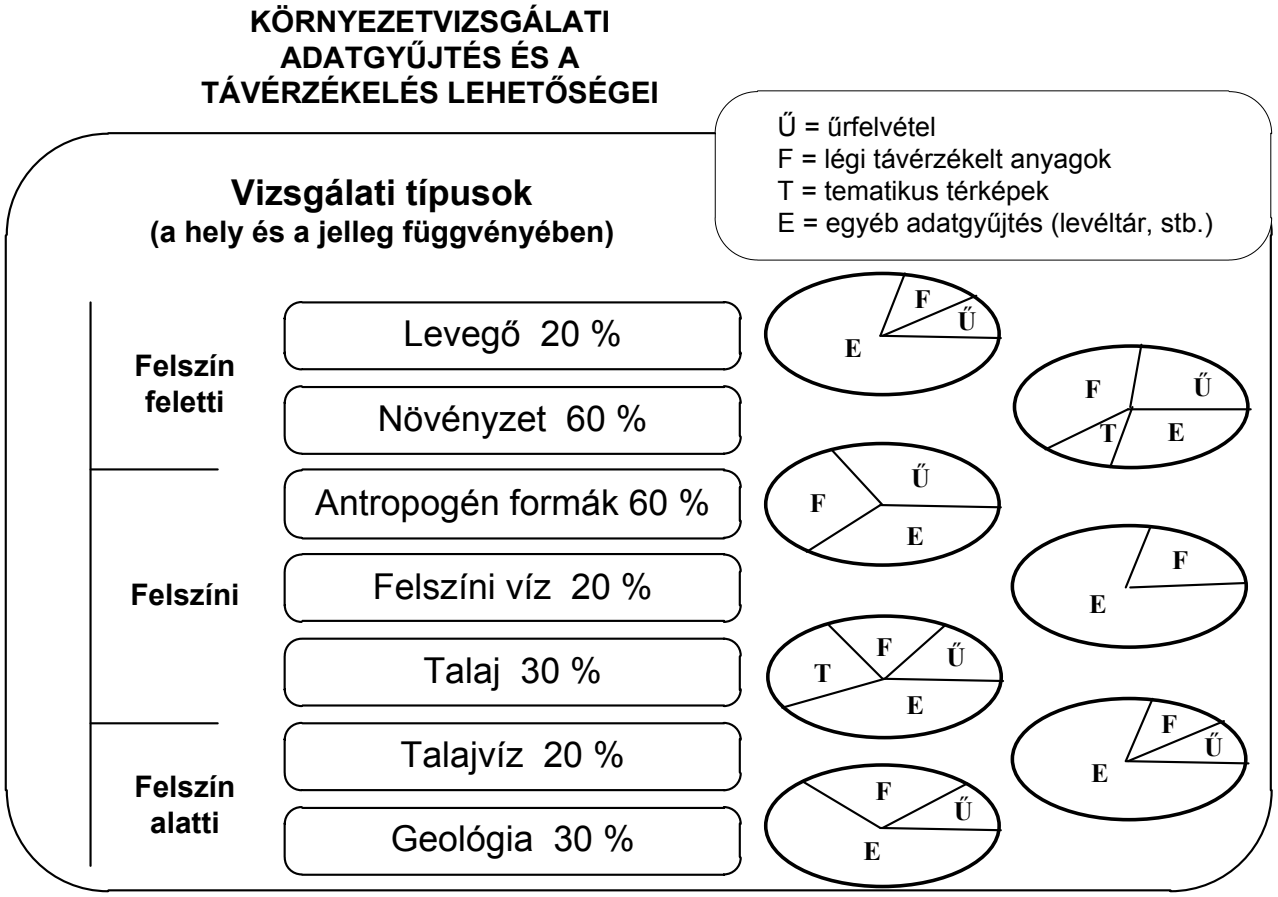
A következőkben áttekintjük a távérzékelt alapanyagok interpretációs feldolgozásának lépcsőfokait nehézségük, bonyolultságuk szerint, ami egyúttal a fejlődés szakaszait is jelenti. A fotointerpretáció (képértelmezés) első lépcsőfokának nevezhető az az eljárás, amikor a felvételekből közvetlenül értelmezhető adatokat értékelünk ki. Ennek legegyszerűbb formája az általában könnyen felismerhető objektumok, jelenségek (pl. épületek, földhasználat, tájsebek, stb.) értelmezése, térképezése. Ide tartozik a különféle szakemberek ismeretanyagával támogatott hasonló jellegű adatgyűjtés is, a talaj- és növényzetvizsgálat, antropogén formák kutatása, felszín alatti jelenségek felismerése szerkezet, alakzat alapján. Mindezekről elmondható, hogy ez a speciális szakterületek működési területe, az általuk meghatározott információk elsődleges információknak számítanak. Az így kapott adathalmaz általában a későbbiekben visszakereshető, ellenőrizhető információkat tartalmaz.

A feladatok bonyolultsága, a vizsgálandó jelenségek típusa vezetett a fotointerpretáció további fejlődéséhez. A második lépcsőfoknak nevezhetők azok az eljárások, amikor olyan jelenségekkel kapcsolatban kívánunk valamilyen információt szerezni, amelyek közvetlenül nem figyelhetők meg, a képeken nem látszanak. Ez esetben igazából az első feladat azoknak az objektumoknak, jelenségeknek a kiválasztása, amelyek utalnak a keresett objektumra. Ezeket a másodlagos (és közvetlenül értelmezhető) információkat indikátoroknak nevezzük. Az indikátorok legfontosabb csoportját a növények alkotják. Részben azért, mert helyhez kötöttek, részben azért, mert nagyon jól reagálnak a környezeti változásokra (főképpen az infravörös tartományban). Az indikátor-problémával együtt jár általában az iparterületek komplex vizsgálata, a hatásterületek lehatárolása. Tehát ebbe a lépcsőfokba tartozik a kapcsolat keresése a vizsgált területen lezajló folyamatok hatásmechanizmusával, illetve a környezeti elemek összefüggéseinek meghatározása (pl. objektumok láncolata és a lineáris elemek felismerése) (2201. ábra)..

Végül az interpretáció harmadik lépcsőfokának tekinthető a napjainkban egyre gyakoribb feladathoz (általános környezetvizsgálat) kapcsolódó információszerzés. Ekkor általában nem ismert az adatgyűjtés konkrét tárgya, csak a területe. A felismert hatások, egyéb háttér-információk segítségével lehet először a vizsgálat konkrét tárgyát meghatározni (a megoldás minősége és léte függhet tőle). Gyakorlatilag ez magában foglalja ezután az előző mindkét csoportot is.

Ezek után még egyszer meg kell említeni a távérzékelés egyik fontos lehetőségét, mégpedig az információ-szerzés időbeli megismételhetőségét. Gyakorlatilag ennek a múlt kutatásánál van a legnagyobb lehetősége. Részben amiatt, hogy a környezetvédelmi kutatások nem végezhetők el anélkül, hogy folyamatában ne látnánk a változásokat, részben pedig ezzel a módszerrel lehet esetleg a múlt eseményeit, objektumait rekonstruálni, felderíteni. Ugyanilyen fontos lehet az a tény,

hogy a távérzékelt felvételek kiértékelése (megfelelő körülmények biztosításával) három dimenzióban is lehetséges. Ezzel közvetlen 3D adatfeltöltési lehetősége van a térinformatikai adatbázisoknak. Befejezésképpen azt a megjegyzést kell tenni, hogy a terület nagysága, a megkívánt felbontóképesség alapján el kell dönteni, hogy légifényképeket vagy űrfelvételeket alkalmazzunk. Itt arra kell nagyon vigyázni, hogy az űrfelvétel nem kisméretarányú légifotó, tehát (az optikai generalizálás miatt) a fotointerpretáció szempontjából elvileg más-más információk nyerhetők ki belőlük. Legjobban megérthető példa a növényzet esete. A légifényképeken az egyes növények vizsgálhatók (fajta, állapot), míg az űrfelvételeken az erdő (vitalitás).



2.2.-1. ábra Környezetvizsgálati adatgyűjtés és a távérzékelés lehetőségei

A távérzékelés és a klasszikus monitoring kapcsolata:

A környezeti adatbázisok felépítése természetesen elképzelhetetlen olyan adatgyűjtés nélkül, amelyik a terepen néhány pontban (a mérőpontok hálózatában), a kívánt információkat nagy pontossággal, esetleg abszolút értelemben megmért adatokon alapszik. Ezek a mért értékek általában nagy fontosságúak, rájuk épül számos következtetés. Tehát eszerint bizonyos ellentétek vannak a pontszerű, de abszolút értékű adatokat létrehozó "klasszikus" monitoring és a távérzékelés felületi, de általában relatív (összefüggéseket megjelenítő) adatszolgáltatása között. Az alábbiakban megkíséreljük bemutatni, hogy a kétféle adatgyűjtési módszer nem hogy kizárja egymást, de szükségszerűen kiegészíti a másikat, sőt egymásra is épül. A két módszer kapcsolatát részben az elérendő célok, részben a felhasználási terület alapján határozhatjuk meg.

Az elérendő célok szempontjából az első csoportot a klasszikus monitoringot folytató szakemberek számára nyújtott távérzékelési lehetőségek alkotják. Úgy is lehetne mondani, hogy "eljárások a mérő és számoló szakembereknek". Legegyszerűbb, és napjainkban is kiterjedten alkalmazott lehetőség a monitoring (vizsgálati) pont-rendszer helyének kiválasztása. Itt a légifotókat tanulmányozva elhatárolhatók azok a körzetek, amelyek súlypontjában mintavétellel vizsgálatokat kell végezni, vagy például tanulmányozhatók a monitoring-pontok összefüggés-rendszere, megközelítési lehetőségei. Ebbe a csoportba tartoznak azok az alkalmazások, ahol a pontszerű információk jellemző értékeit területileg kiterjesztjük a távérzékelt felvételek segítségével. Ez már egy kicsit "problematikusabb", több szakmai ismeretet kívánó eljárás. Arról van szó, hogy fel kell ismerni azokat az adatgyűjtés szempontjából egynemű területeket (és le kell őket határolni), amikre maga az adatgyűjtés vonatkozhat. A feladatot körültekintően kell megoldani, mert itt már felmerülhetnek ellenvélemények, a monitoringgal foglalkozó szakemberek nem mindig fordulnak megéréssel e lehetőség felé. Ugyanis előállhat már a megjegyzés, a légifényképen értelmezhető információk csak relatívak, és úgymond szubjektívek. Ez önmagában igaz, de a területlehatárolás véleményünk szerint szerkezet- és alakfelismerés kérdése (az összefüggések keresése mindig a relatív adatszolgáltatás csoportjába tartozik), továbbá, mint tudjuk, a mérőműszerek szolgáltatásai is emberek által meghatározott határértékekkel működnek.

A legtöbb kérdést felvető lehetőség ebben a csoportban az, hogy a távérzékelt felvételek homogén területfedésükből kifolyólag alkalmasak a pontszerű információforrás-helyek közötti térségek vizsgálatára. Ez esetben felderíthetők azok a jelenségek, kapcsolatok, amely a klasszikus monitoring általi felderítés, adatgyűjtés körén kívül helyezkednek el. A módszer természetesen lehetőséget nyújt a vizsgálati pontok közötti interpolációra is, de jelentősége az összefüggő terület-vizsgálatban van. Az más kérdés, hogy a pontszerű adatforrások információtartalma hogyan vethető össze a fotóinterpretációs eredményekkel. Gyakorlatilag elmondható, hogy itt már felfedezhető bizonyos ellentét az információk tartalma, felépítése, minősége között, ugyanígy az ezeket feldolgozó szakemberek állásfoglalásában is.

A cél szempontjából a fotóinterpretációs eljárások második csoportját az úgynevezett "laikus", de döntéshozatallal bíró felhasználók, valamint a teljesen más szakterületen dolgozó szakemberek számára adott lehetőségek jelentik. Ezeket a módszereket egy kifejezéssel környezetleíró vizsgálatoknak nevezhetjük. A kifejezés magában rejti azt, hogy a vizsgálatok eredménye általában nem konkrét adatszerű, hanem összefüggéseket, minőséget, felismeréseket tartalmazó "leíró" térkép, adatcsomag. A környezetleíró vizsgálatok legegyszerűbb fajtája az úgynevezett antropogén (ember által létrehozott és uralt) területek lehatárolása, elemeinek meghatározása, jellemzése. Ez azért viszonylag egyszerű, mert általában általunk ismert objektumok, jellemzők meghatározása a cél (pl. tájsebek, szemét, mesterséges létesítmények, környezetrombolás, speciális terepformák). Természetesen így az eredmény is egyértelmű, bárki számára közvetlenül hasznosítható.

Egy fokkal bonyolultabb, és speciális ismereteket is kívánó feladat a környezeti változások területi jellegű kimutatása. Ez a vizsgálat igazából csak a kép- és térképfeldolgozás módszereivel oldható meg, és a térinformatika segítségével. A térinformatika itt a különféle időpontokból, a

legkülönfélébb adathordozók kiértékelésének egy rendszerben történő feldolgozását jelenti, ami végeredménye egy olyan, idősorban szerkesztett, geometriailag egybevágó térképsorozat, amelyből a változások sorozata állítható elő. Ezek a változási térképek a különböző környezeti jelenségek körülményeire utalnak (pl. szennyezések terjedése, települések társadalmának fejlődése, földalatti objektumok hatásának vizsgálata az időjárás változásának segítségével). A távérzékelés egyik legfontosabb alkalmazási lehetősége ez a terület. A klasszikus monitoring eredményei ebben az esetben csak illesztési feladatokra használatosak, tehát megfordul a helyzet, a felületi, relatív, tartalmi információ lesz az elsődleges, az abszolút jellegű adat a kiegészítő.

A témához kapcsolódik egy tipikusan környezeti feladat megoldása, mégpedig a természetes élőrendszerek helyének a felderítése. Ennél a feladattípusnál nagyobb szerepet játszik a klasszikus monitoring, hiszen nagyon fontos az élőhelyet jellemző különféle élőlények, talaj, egyéb összetevők adatainak pontos meghatározása, az élőhely elméleti paramétereinek rögzítése. Ehhez kapcsolódik a távérzékelés, azzal a lehetőségével, hogy képes korábbi időpontokra vonatkozó (a terület természetes állapotában) kutatásokat végezni egy bizonyos környezetben. Ezáltal meghatározhatóvá válik az élőhelyek változatlansága, vagy bolygatottsága. Lehetséges segítségével az élőhelyek határainak kijelölése, esetleg a kapcsolódó térségek vizsgálata.

A távérzékelés környezetvizsgálati alkalmazásának csúcspontját jelenti az úgynevezett általános relatív környezetvizsgálat. Erre akkor kerülhet sor, ha a megrendelő (általában önkormányzat) csak a látható következményekkel van tisztában, de nem határozható meg pontosan a környezeti változásokat okozó folyamat, jelenség. Gyakorlatilag első lépésben a távérzékelt anyagok feldolgozása történik meg, majd az esetleges terepi mintavételekkel a kapott információk alátámasztása (illesztés). Végül az illesztett és helyszíni adatokkal alátámasztott vizsgálat felderítheti és meghatározhatja a keresett paramétereket.

A távérzékelés és a klasszikus monitoring kapcsolatának egy másik területe a vizsgálatok térbeli kiterjedésével függ össze. Ez utóbbinak kétségkívül nagyobb szerepe van az egész országot átfogó térinformatikai adatbázisok esetében. Ugyanis itt akár a települések teljes területére kiterjedő információk is pontszerűként jellemezhetők, nem beszélve arról, hogy az országos szervezetek (lásd később) adatgyűjtő rendszerei általában a klasszikus monitoring-rendszereken alapulnak. Noha az űrfelvételek elvileg alkalmasak információforrásként, de a kiválasztott paraméterek, már esetleg összegzett alapinformációk összeegyeztetése az űrfelvételekkel már nehéz, esetenként lehetetlen.

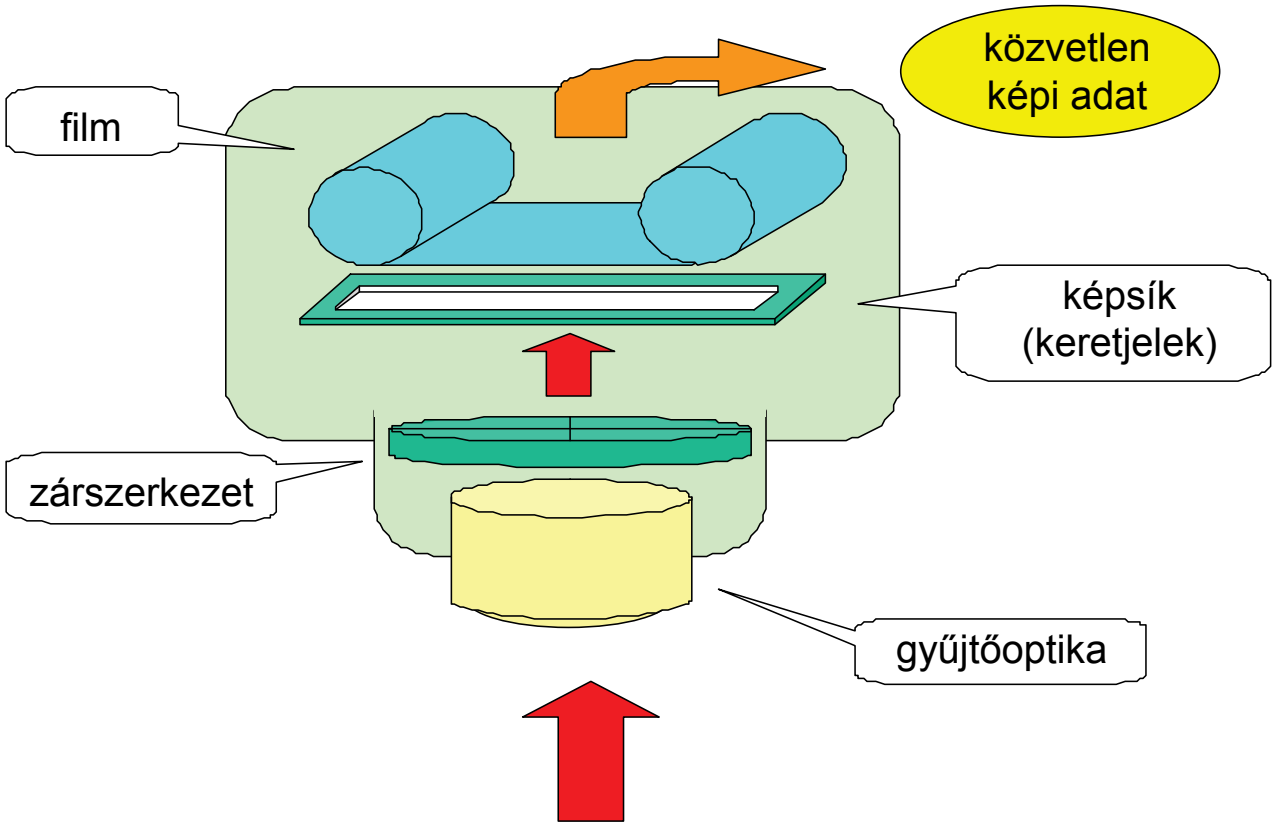
A helyi jellegű kutatások esetében a helyzet változatosabb. Környezetvédelmi feladatnál jellemzően kiterjedt szerepe lehet a klasszikus és távérzékelésen alapuló monitoring együttműködésének (ez az indikátorok vizsgálatára is vonatkozik). Ennek a törvényekkel szabályozott, a működési körülmények tisztázása utáni vizsgálatok meghatározott célja jelentheti az alapot. Természetesen, ha a környezetkutatás olyan szakterületen folyik (pl. régészet, egészségügy), ahol inkább csak a gyűjtött információk ellenőrzése a feladat, a klasszikus monitoring háttérbe szorulhat. Ezt erősíti a nagyobb feldolgozási méretarány felbontóképesség-igénye, amit a pontszerű információgyűjtés csak nagy nehézségek árán biztosíthat.

2.2.1. Az alkalmazható távérzékelési eljárások:

Mint az előzőekben kiderült, a térinformatikai adatbázisok felületi jellegű adatgyűjtésének fontos elemei a távérzékelt felvételek. A következőkben röviden áttekintjük azokat a legfontosabb módszereket, eljárásokat, amelyeket jelenleg környezeti vizsgálatoknál alkalmaznak, és az olvasó is találkozhat velük.

Fotogrammetriai mérőkamarák, fényképezőgépek:

A környezetvizsgálat legegyszerűbb, legjobban használható "alapeszköze" a fényképezés. A fényképezőgépek a tárgyak, terep három dimenzióját a centrális vetítés alapján két dimenzióban, síkban rögzítik. Azért, hogy ezekből a síkképekből á terep nagy pontossággal visszaállítható legyen, létrehozták az úgynevezett fotogrammetriai mérőkamarákat (2202. ábra).

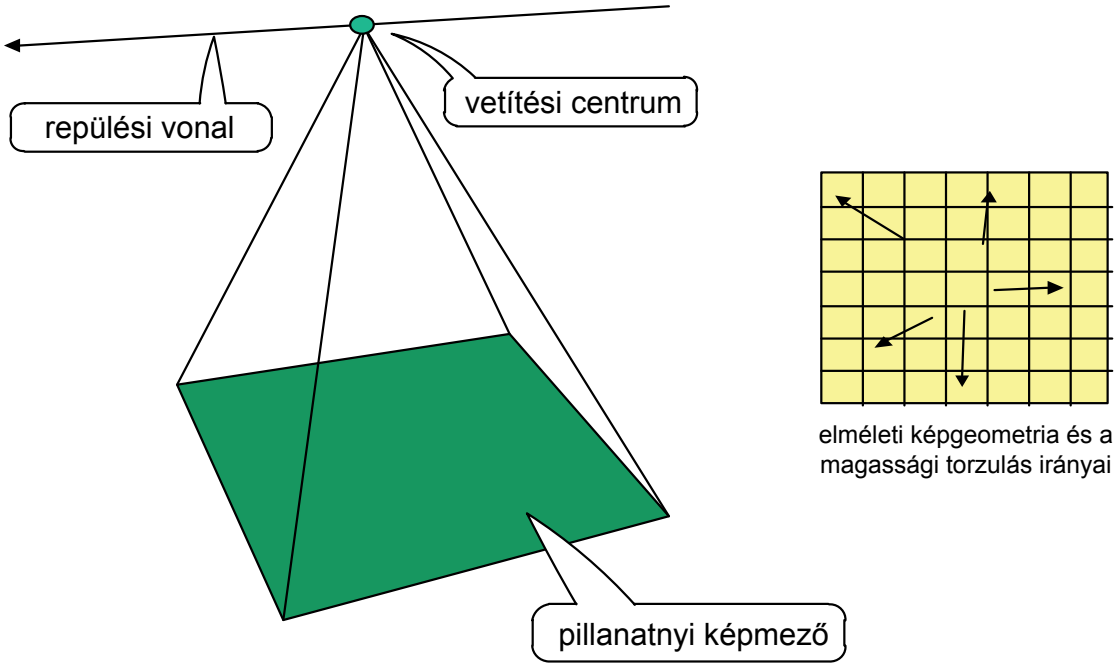


2.2.- 2. ábra Mérőkamera felépítése

A mérőkamarák legfőbb tulajdonsága, hogy optikájuk gyakorlatilag elrajzolás-mentes, és pontosan ismert az optika főpontjának és a kép síkjának a távolsága, ezenkívül ismerni kell az optikai tengely és a képsík döféspontjának a helyét. Ha ilyen mérőkamarával a tárgysíkra merőleges tengellyel készítjük el a felvételeket (2203. ábra), akkor az eredeti terephez hasonló, kicsinyített képet kapunk. Terepi magasságkülönbségek esetén létrejön az úgynevezett

magasságkülönbségből adódó torzulás, amely lehetővé teszi a terep háromdimenziós meghatározását.

A mérőkamarák (és egyéb fotográfiai berendezések) által, az optikai rendszerük segítségével rendezett sugárnyaláb a képsíkban filmre rögzítődik. A filmek érzékenységük és felbontóképességük szerint többféle célra használhatók. A filmek érzékenysége attól függ, hogy az információt rögzítő ezüstvegyületet milyen hullámhosszakra érzékenyítik. A ma már csak labormunkáknál használatos ortokromatikus filmek mellett távérzékelésben legelterjedtebb a pánkromatikus film. A látható tartomány egészére érzékeny, így tónushatása, szétválasztóképessége nagyon jó. További előnye, hogy jó felbontással rendelkezik. Ennek oka az egyetlen emulziós réteg (kis mértékű torzulás, csúszkálás) és az elfogadhatóan kis szemcsenagyság. Speciális volta miatt fontos az infravörösre (IR) érzékenyített film, de a kémiai beavatkozás nyomán megnőnek a szemcseátmérők, csökken a felbontóképesség. Mivel a kék fény elbontja az érzékenyítő vegyületeket, ezért IR fényképezésnél ezt ki kell szűrni. Fontos megjegyezni, hogy a filmek érzékenyítése az IR tartományokra csak kb. a 0,9 μm-es határig lehetséges, ami a Nap infravörös sugárzási tartományába esik.

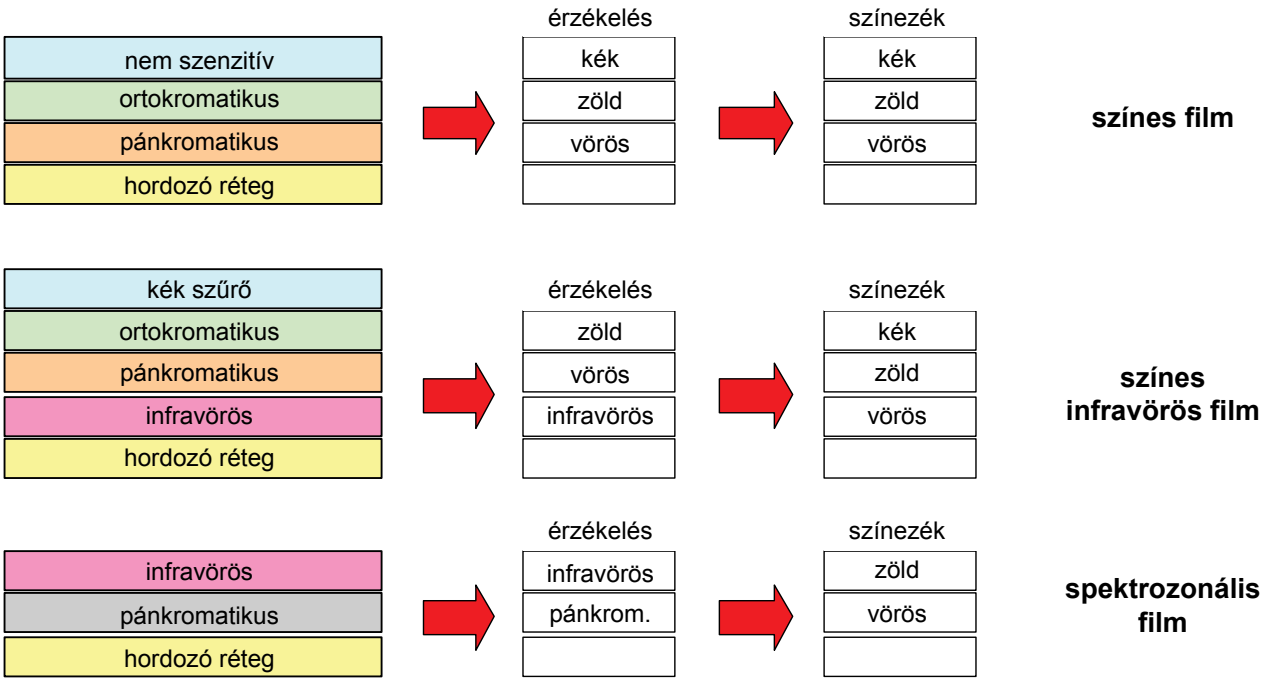


2.2.- 3. Centrális vetítés

A színes filmeknél más a probléma. Itt egymás alatt három fényérzékeny emulziót alkalmaznak (2204. ábra). Működésüket úgy lehet megérteni, hogy az egymás feletti rétegek "kiszűrik" az érzékenységüknek megfelelő színeket, így az alattuk lévő réteg már csak a maradék-sugárzást nyelheti el. A felvétel után a kémiai folyamatokat úgy szervezik, hogy végtermékként (számunkra) a megfestett emulziós rétegek "kék" állapotban a kék, zöldben a zöld és a vörösben

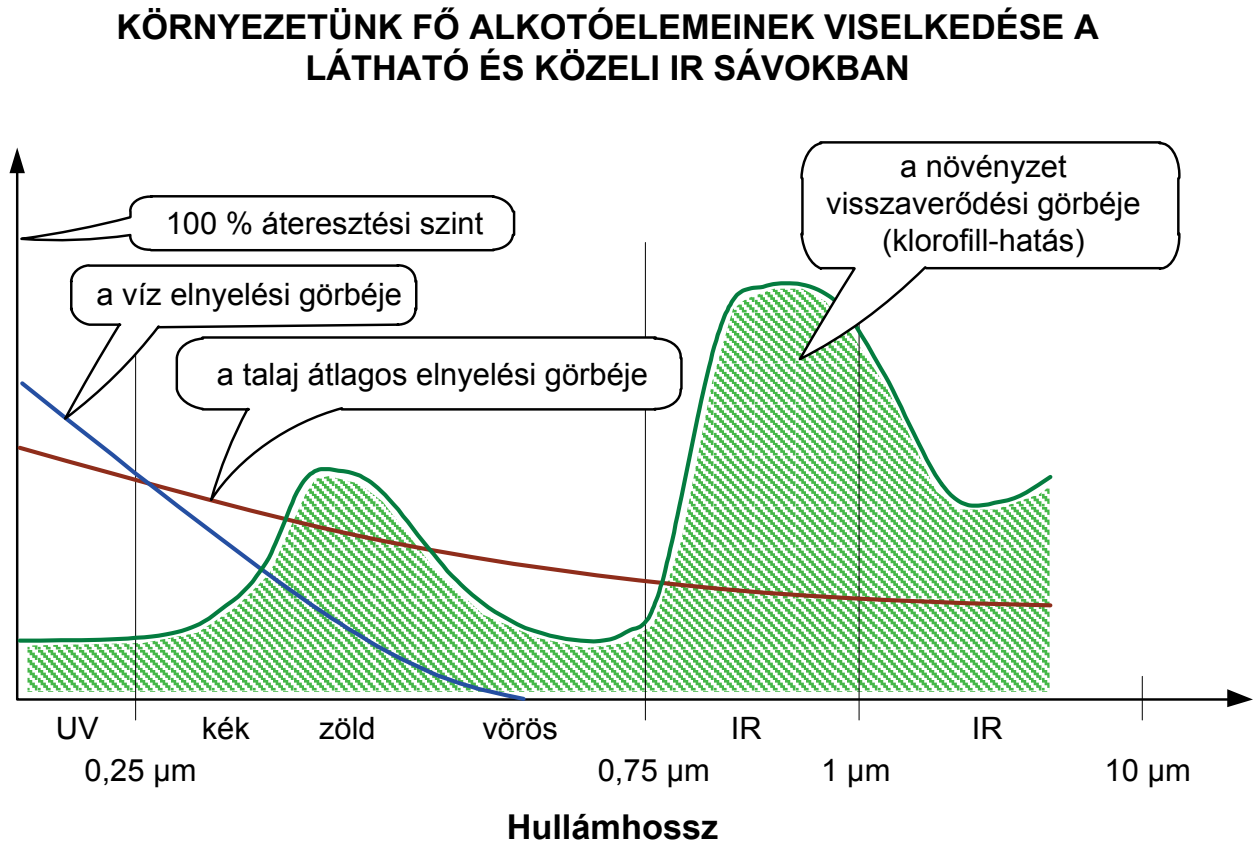
(pánkromatikus) a vörös színárnyalatokat kapják. Ez gyakorlatilag a tényleges természeti színeket megközelítő képet szolgáltat. Természetesen a film felbontóképessége a több emulziós réteg és a rétegek további kémiai kezelése miatti nagyobb szemcseméret miatt romlik. Különleges környezetvizsgálati esetekben ún. spektrozonális filmet alkalmaznak. Ez kétrétegű film, ahol a jó terepi felbontást egy pánkromatikus réteg, az IR-sáv leképezését pedig egy infravörös réteg biztosítja (zöld színezéssel). Így az erősen IR-visszaverő anyagok a felhasználó számára zöld színben, a többi egy vöröses színben jelentkezik. Ennek hasznára a jegyzet végén még kitérünk.

A különböző színes filmtípusok elvi felépítése



2.2.- 4. A különböző színes filmtípusok elvi felépítése

Főleg növényzetvizsgálati célokra kifejlesztettek ún. színes-infravörös vagy hamisszínes filmeket is (2204. ábra). Ennek oka a 2205. ábrán látható. A fotográfiai infrában ugyanis a víz teljesen elnyeli a sugárzást, míg az úgynevezett klorofill-hatás miatt a növényzet nagyon erősen veri vissza a napsugárzást. Itt a képalkotásban részt vesz egy IR érzékeny emulziós réteg is. Gyakorlati okokból (a kéket ki kell szűrni az IR miatt, csak három festett sáv lehetséges) egy ortokromatikus egy pánkromatikus és egy IR érzékeny sáv alkotja a filmet. Mivel az IR-sáv nem szerepelhet saját színezékkel, a felhasználó számára ebben az esetben az IR sáv vörös, a vörös sáv zöld és a zöld sáv kék színben jelenik meg.



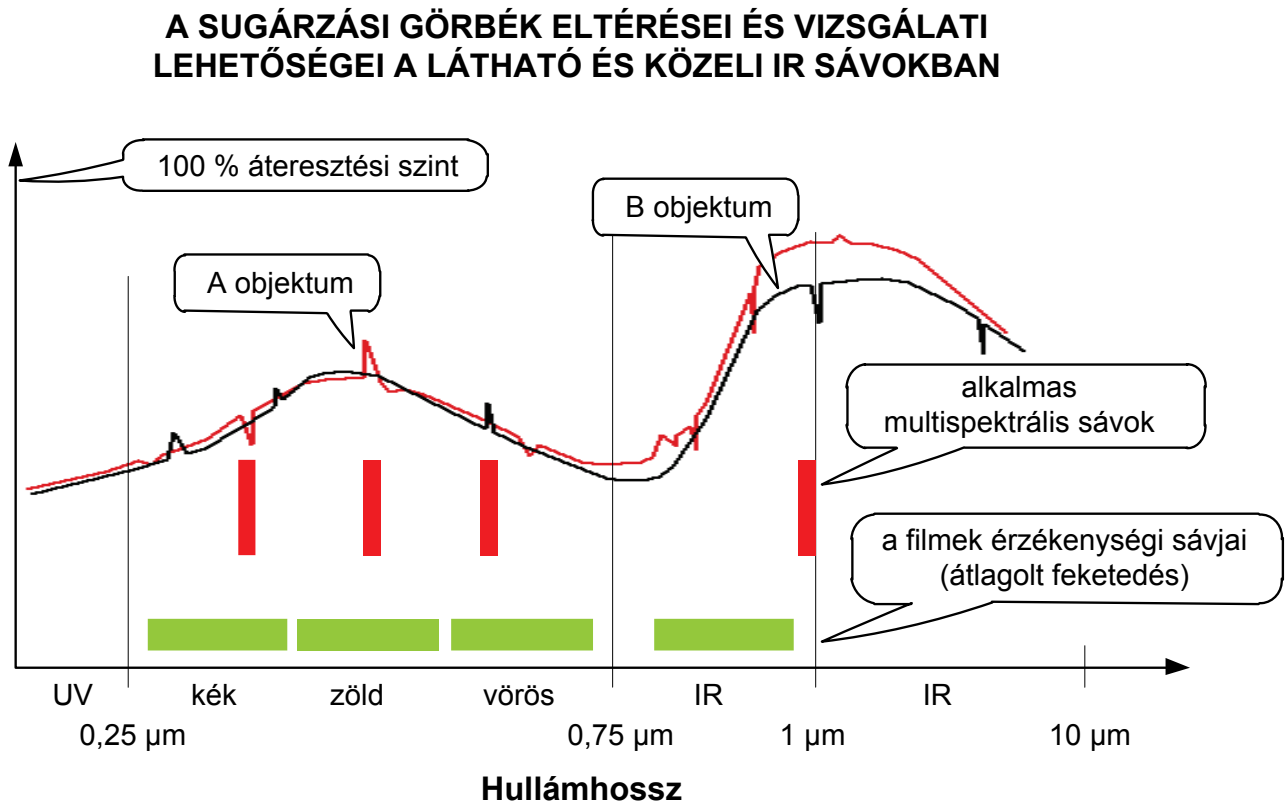
2.2.- 5. ábra Környezetünk fő alkotóelemeinek viselkedése a látható és a közeli IR sávokban

Multispektrális fényképezés, leképezés:

Ha megszemléljük a 2204. ábrát, akkor belátjuk, hogy az eddig tárgyalt filmanyagok az EM spektrum egy-egy meglehetősen széles tartományára érzékenyek (és gyakorlatilag átfedik egymást). Ez még színes filmeknél is így van. Ezek alapján közelítőleg mondhatjuk, hogy az emulziós rétegek egymás után a kék, a zöld és a vörös (illetve közeli IR) tartomány átlagos visszaverődési értékeit rögzítik saját sávjukban. Továbbá amennyiben megnézzük a 2205. ábrát is, be kell látnunk, hogy környezetünk objektumainak valóságos visszaverődési görbéit teljes valóságukban leképezni (modellezni) e filmekkel nem lehetséges. Elképzelhető, és korunkban egyre inkább felmerülő probléma, hogy környezetünk objektumainak visszavert sugárzási görbéiben előforduló kis hullámszélességű, de nagy amplitúdójú összetevőket kihasználva különbséget tudjunk tenni "látszatra" hasonló jelenségek között is (2206. ábra). Az ezt tehetővé tevő és a következőkben bemutatott módszer neve multispektrális (MS) fényképezés. Beszélni róla azért is fontos, mert korunk minden modern digitális érzékelője szintén a multispektrális elv alapján készíti felvételeit.

A multispektrális (MS) leképezés lényege a következő: Több, estleg 4-6 fotóberendezést (vagy később detektort, detektorsort) szigorúan párhuzamos optikai tengellyel alkalmaznak egyidejű felvétel-készítésre, egymáshoz rögzített és szabályozott formában. Ekkor a felvételek azonos helyzetben (azonos külső tájékozási elemekkel) közel azonos terepszakaszt rögzítenek.

Amennyiben megfelelő távolságból készülnek a képek, a csökkenő terepi felbontóképesség miatt a felvételek egybevágónak tekinthetők (a digitális érzékelőknél ez már nem érdekes. A különböző fotoberendezésekbe fekete-fehér (pánkromatikus) filmek kerülnek, ami jó felbontóképességet jelent. A felvételek közben az optikák elé más-más, a feladatoknak megfelelő keskenysávú szűrőket helyeznek. Így létrejön egy adott területről teljesen szabad spektrális választékban egy képsorozat, amit általában (külön-külön színezve a képeket) együttesen értékelnek ki. A folyamat eredményeként a terepi sugárzási különbségek felerősített hatása észlelhető.



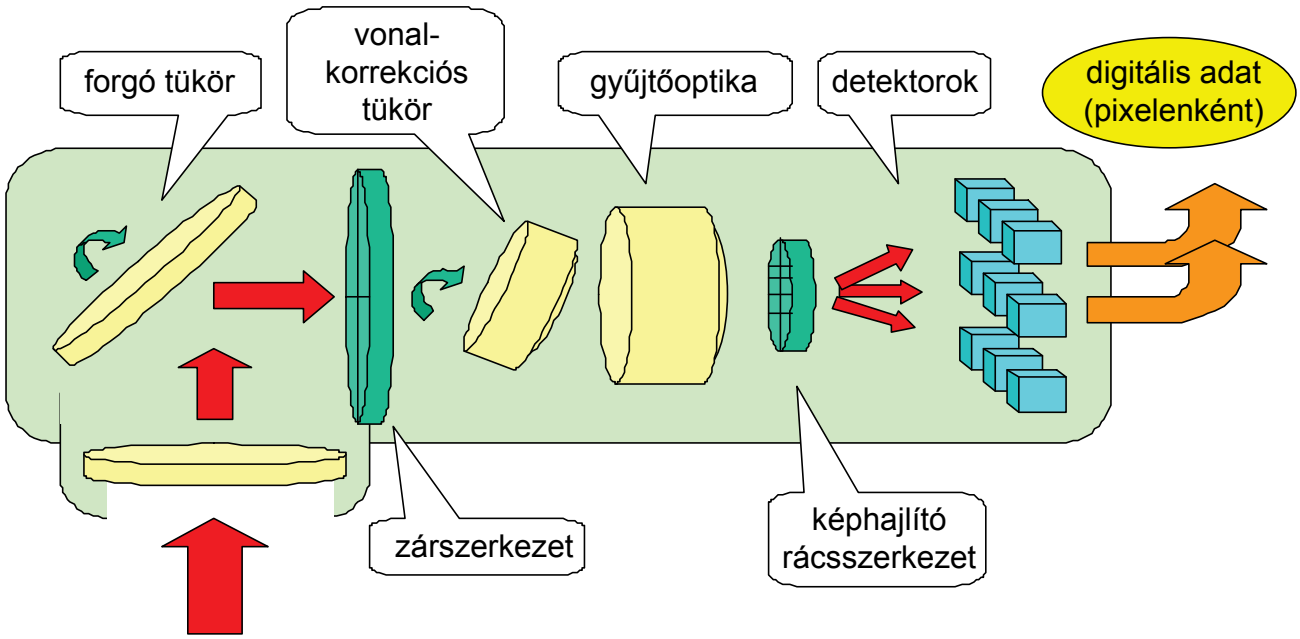
2.2.- 6. ábra A sugárzási görbék eltérései és vizsgálati lehetőségei a látható és a közeli IR sávokban

Térképező radiométerek, szkennerek:

Talán még napjainkban is a kisméretarányú adatgyűjtés legelterjedtebb eszközei a térképező letapogató (pásztázó) radiométerek, legismertebb tagjuk a Landsat műholdra telepített TM+ multispektrális rendszer. Elvi felépítését a 2207. ábra mutatja: Egy forgó tűkör, vagy prizmarendszer a hordozó járművekre (általában) merőlegesen letapogatja a felszínt. A sugárzás átjutva egy optikai egységen, egy úgynevezett "képszeletelő" zárszerkezeten keresztül leggyakrabban színbontó rácsszerkezetre (elviekben prizmára), vagy szűrőkre jut. A hullámhossz szerint szétbontott sugárzást ezek után több detektor érzékeli (multispektrális üzemmód). Egy letapogatási sor, illetve a "sugárzási kép" létrehozása szerint a szkennereket több csoportba

soroljuk, hiszen az elkészült kép határozza meg felhasználhatóságuk körét. A leginkább elterjedt módszer a keresztirányú letapogatás (2208. ábra). Itt a hordozó jármű előremozgásával a tükörrendszer újabb és újabb terepsávokat tapogat le. Előnye, hogy a képrögzítés gyors, viszonylag egyszerű. Szisztematikus hibaként azonban a képszéleken fellép a tükör pillanatnyi látószögéből és a terepelemek távolságkülönbségéből adódó "panorámikus" torzulás. Térképészeti előnye, hogy a soronként centrális vetítéssel létrejött képsávok alkalmasak a leképezett terep egyszerű módon való magassági kiértékelésére is.

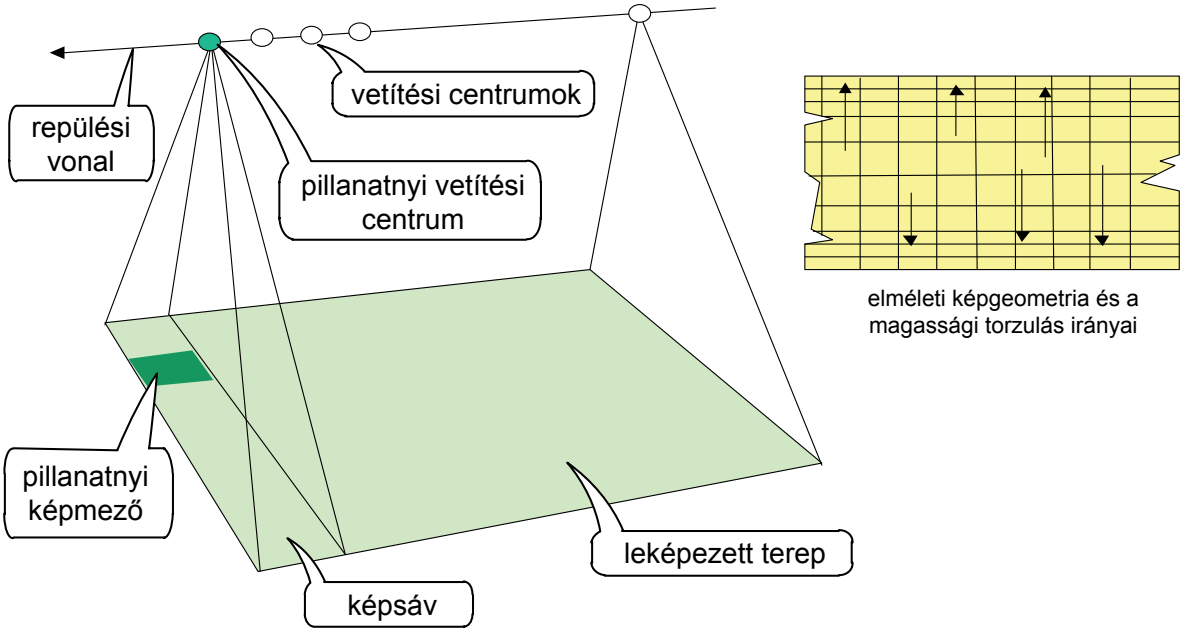
PÁSZTÁZÓ LETAPOGATÓ FELÉPÍTÉSE (TM+)



2.2.- 7. ábra Pásztázó letapogató felépítése (TM+)

Fő felhasználási körük azonban témánkhoz kapcsolódóan nem a térképészet (hiszen véletlenszerű geometriai torzulásaik miatt nagypontosságú felmérésre nem is alkalmasak), hanem a környezeti célú terepről való sokrétű fizikai információszerzés. Mivel (MS-módszerrel) a terepi objektumokról több hullámhosszon egybevágó geometriájú képeket szolgáltatnak, ennek legfőbb eszközei. Azért, hogy az atmoszféra radiometriai torzításait minimalizálják, néhány esetben úgynevezett kónuszos letapogatást is alkalmazhatnak. Ekkor az EM sugarak útja az atmoszférában mindenhol ugyanakkora. Ennek előnye a nagyon jó minőségű, és egységes méretarányú kép, de előállítása bonyolult és a terep térképészeti feldolgozása is nagyon problematikus. Egyébként a pásztázó letapogatók, és minden időben folyamatosan képet alkotó rendszer legfőbb problémája a repülés közbeni torzulások fellépése a külső tájékozási elemekben. Ezek, mivel véletlenszerűek, nehezen modellezhetők. A kinyert információk mindig geometriai hibával terheltek, ami nagyobb méretarányokban már geometriai, térképezési problémákat vet fel.

FOLYAMATOS KÉPALKOTÁS (PÁSZTÁZÓ LETAPOGATÓK)



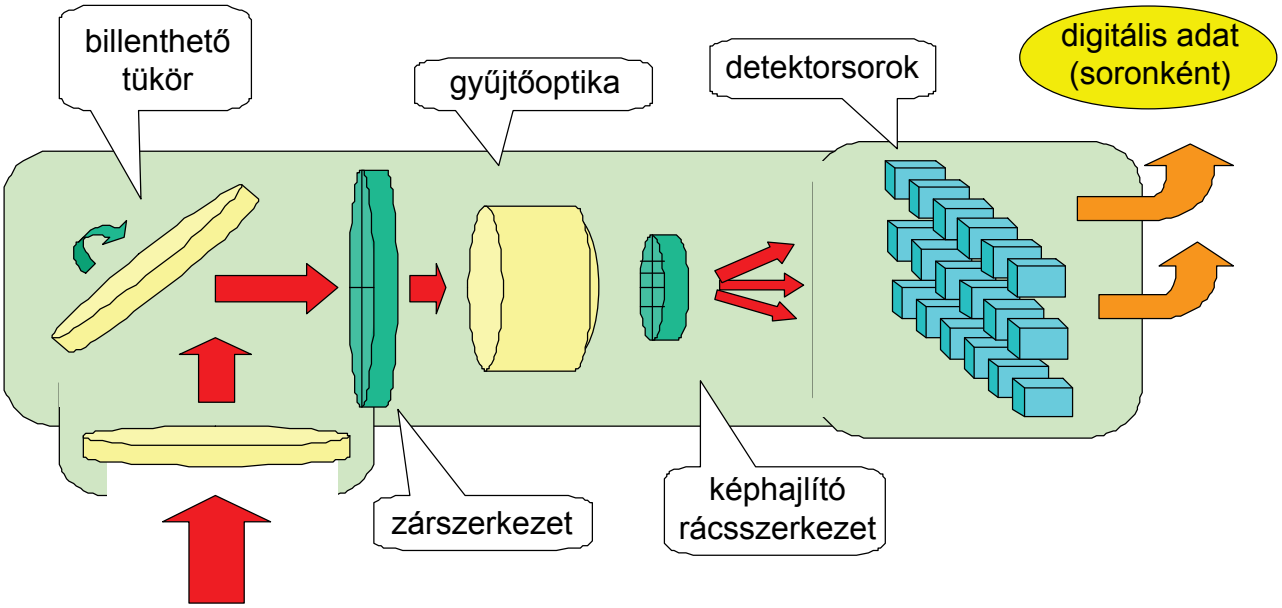
2.2.- 8 ábra Folyamatos képalkotás (pásztázó letapogatók)

Soros érzékelő radiométerek:

A földfelszín kutatásában a világűrből legtöbbet alkalmazott módszer a soros érzékelőké, amelyek alapelve a következő: A fejlődés lehetővé tette azt, hogy nagyszámú detektort kapcsoljanak össze egy sorrá. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy adott körülmények között több elemi érzékelőt lehet összefűzni, mint amilyen terepi felbontást tud nyújtani egy forgó tükrön alapuló pásztázó-berendezés. Így egyszerűsödik a képalkotó optika, és sorokon belül legalább megvalósul az egyidejű képalkotás.

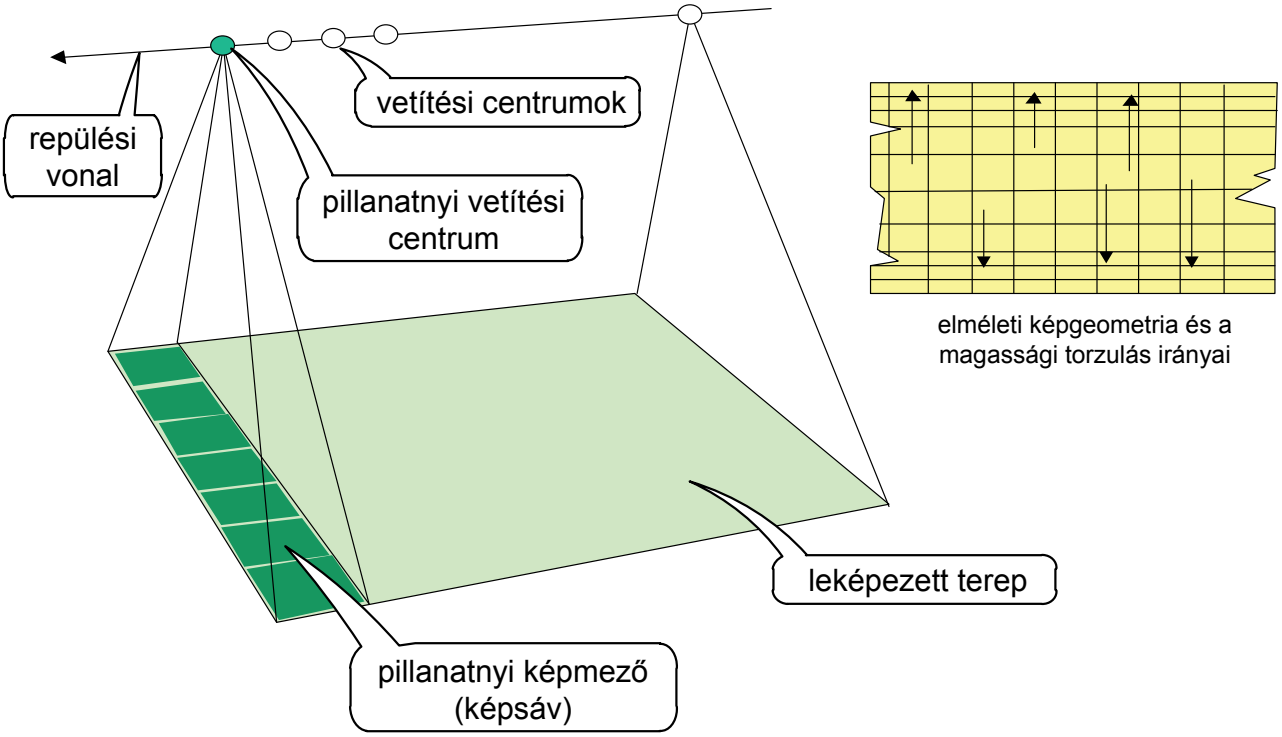
Tehát a képalkotás egyik összetevője, a sorok képzése nem a forgó tükör letapogatásából adódik, hanem egy optikán (általában tükör) keresztül bejutó fénynyaláb zárszerkezet beiktatásával a fókuszsíkban lévő nagyszámú (1000-5000 db) detektorra jut (2209. ábra). Ezek a detektorok alkotják azt a felületet, amelyek jeléből egy képsor kialakul. A képfelület a hordozóeszköz előremozgásával jön létre (2210. ábra). Ennek a következő előnyei vannak: Csökkennek a geometriai torzulások, és mivel a detektorsor adat-kiolvasási sebessége nagyobb, mint egy letapogató tükör forgási sebessége, ezért nő a repülési irányú felbontóképesség is. Egyébként a térképészeti és interpretációs felhasználása hasonló a pásztázó rendszerekéhez. A soros érzékelőknek van még egy előnye. A terepet letapogató tükör itt gyakorlatilag felszabadul, tehát alkalmas lesz meghatározott terepszakaszokra való orientálásra. Ezzel pedig sztereó-kiértékelést hajthatunk végre, vagy a képek készítési periodicitását lehet növelni (Pl. SPOT-HRV rendszer).

SOROS LETAPOGATÓK



2.2.- 9. ábra Soros letapogatók

FOLYAMATOS KÉPALKOTÁS (SOROS LETAPOGATÓK)

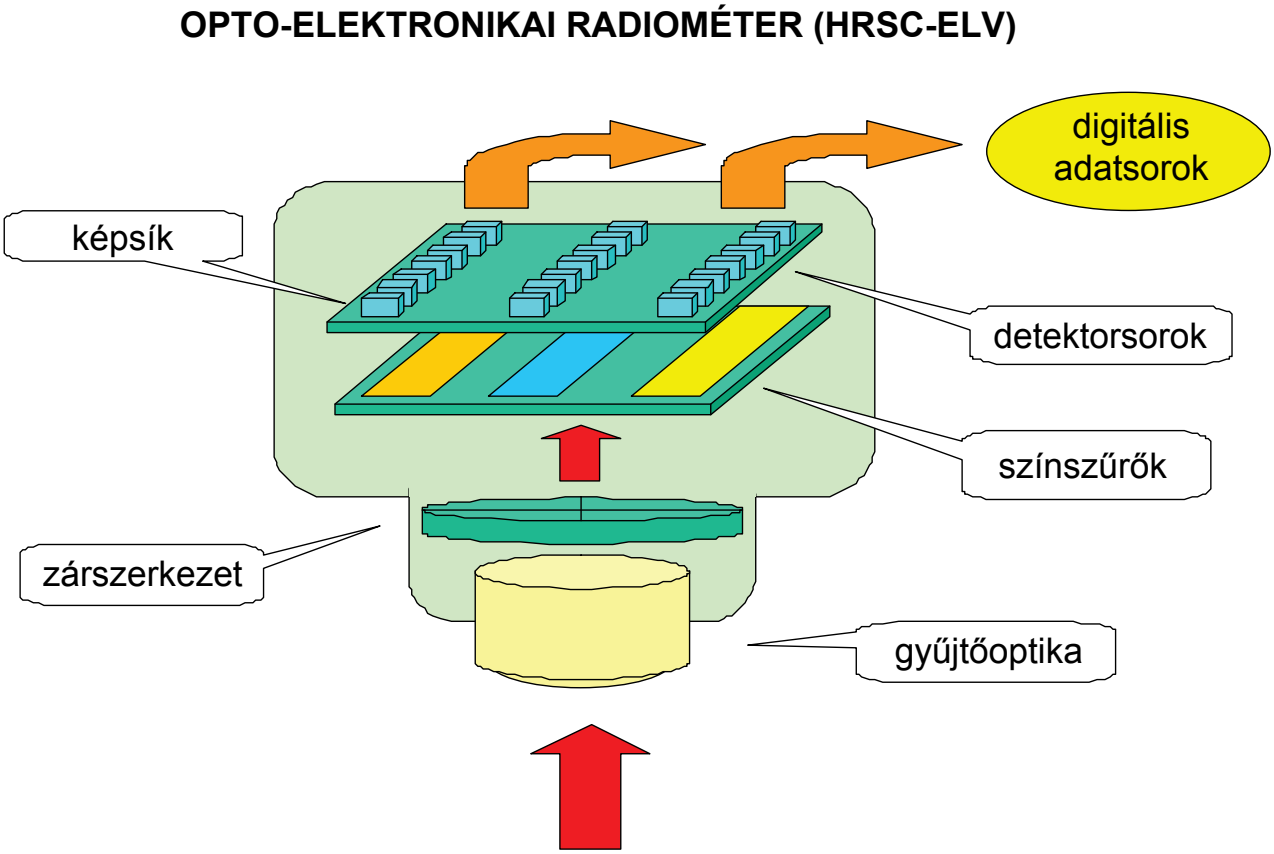


2.2.- 10. ábra Folyamatos képalkotás

Opto-elektronikai radiométerek:

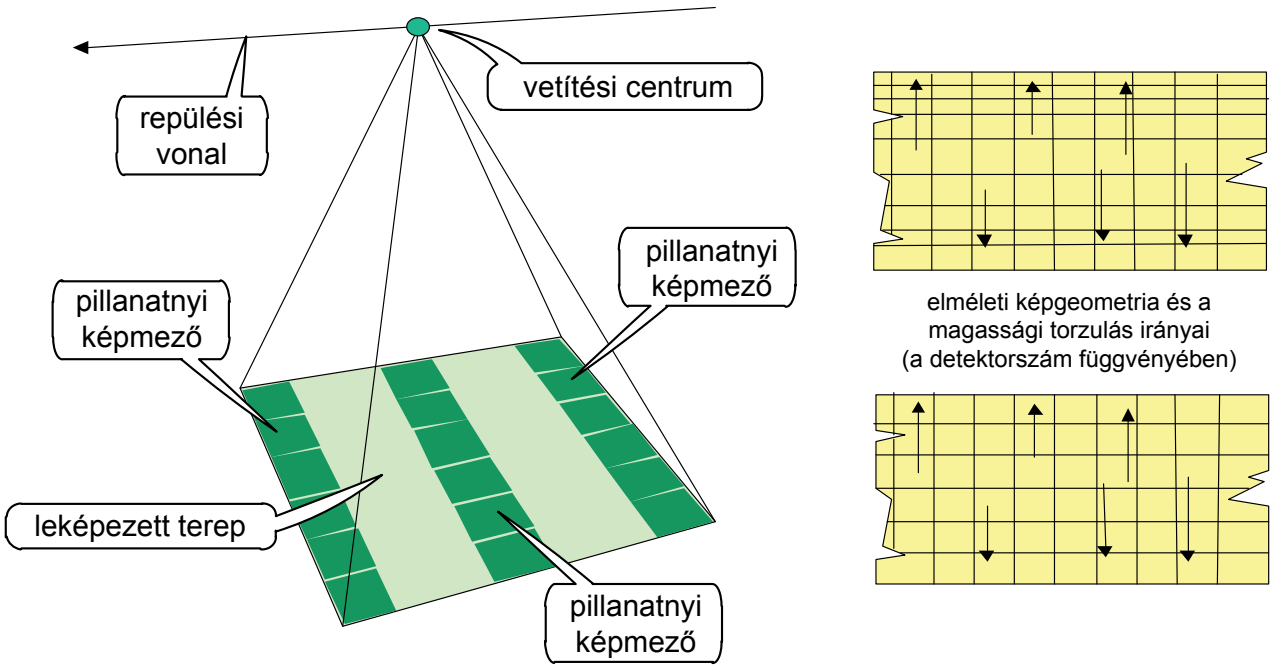
Az opto-elektronikai radiométerek alapelve a következő: Amennyiben tudunk több (az első generációs MOMS-műszer esetében 5 db) egybevágó és fotogrammetriailag elrajzolás-mentes gyűjtőoptikát készíteni, akkor nagyon változatos távérzékelő rendszer kialakítására van lehetőség. Ugyanis egymás mellett több, optikai tengelyével párhuzamosan összeszabályozott felvevő alkalmaznak, ami ugyanúgy működik, mint a hagyományos fotográfiai MS-rendszer. Az optikák után a bejutó fényszűrőkön keresztül jut a detektor-sorokra, ami a sorokon belüli felbontást biztosítja. A képsíkban azonban a detektorsorok úgy helyezkednek el, hogy a terepfelszínt az elől lévők mindig "hátrafelé" irányban, a hátul lévők "előre" irányban lássák. Ilyen módon egy repülésből a rendszer egyszerre készít MS és sztereó felvételeket is. A párhuzamosan készülő képsávok (5 db) a hordozóeszköz előre mozgásával alakulnak ki. A felbontóképessége hasonló a soros érzékelők felbontóképességéhez. A diódaszám meghatározza a soron belülit, a kiolvasási sebesség pedig a sorirányú felbontást.

A módszer sikeres volta újabb fejlesztésekhez vezetett (HRSC). Repülőgépes változatán már csak egy optikai rendszer van, és a szűrők kialakításával, valamint az egy képsíkra helyezett diódasorok számának növelésével érnek el hasonló hatást, természetesen a variációs lehetőségek csökkenése árán (2211, 2212. ábrák).



2.2.- 11. ábra Opto-elektrónikai radiométer (HRSC-ELV)

OPTO-ELEKTRONIKAI RADIOMÉTER (HRSC-ELV)



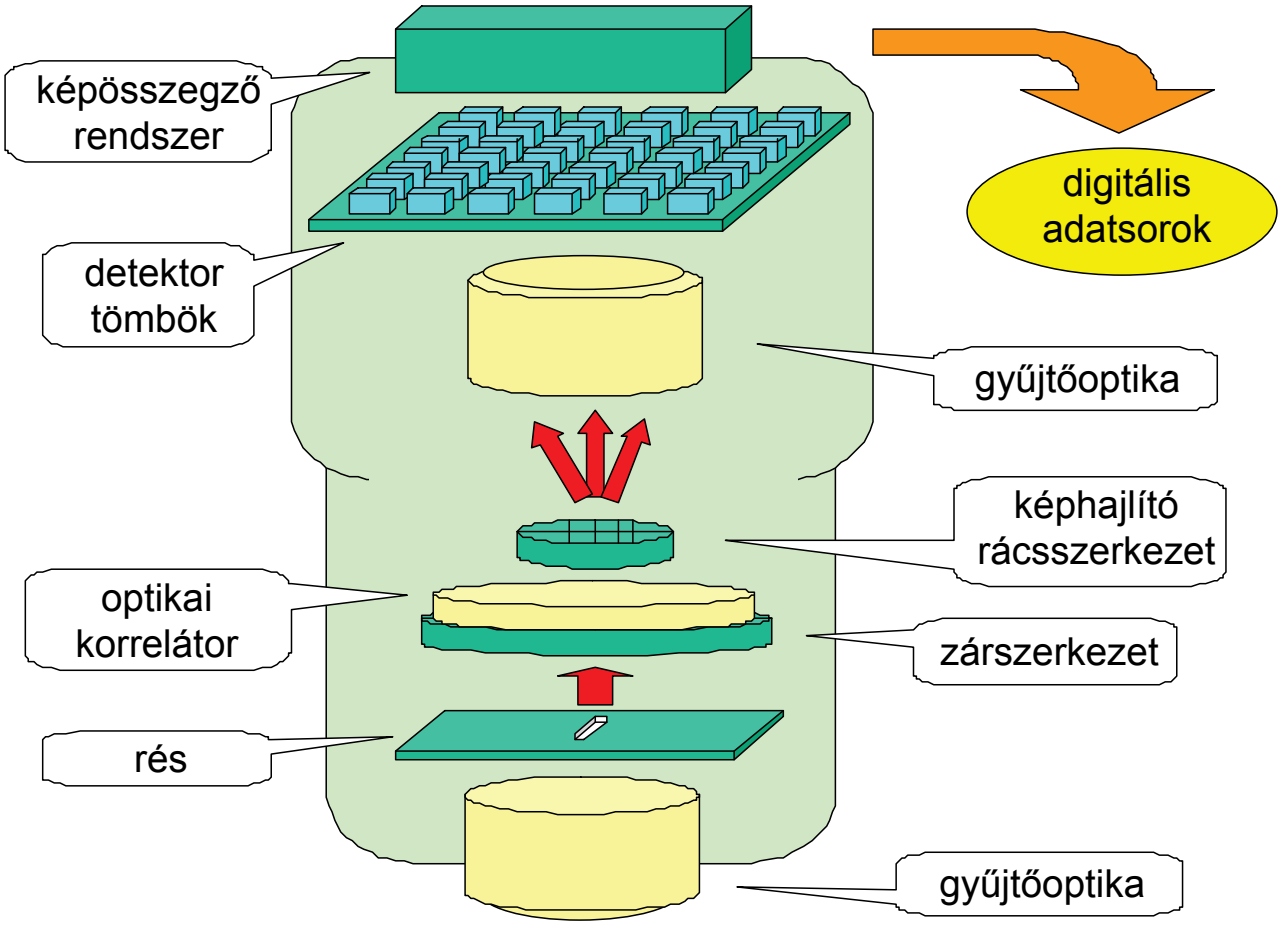
2.2.- 12. ábra. Opto-elektrónikai radiométer (HRSC-ELV) felhasználása

Hiperspektrális műszerek:

A különféle típusú radiométerek felépítése általában a nagy területi felbontást teszi lehetővé néhány spektrális sávban. Már a 80-as évek végén felmerült az ötlet, hogy a technika vívmányaira alapozva létrehozzanak egy olyan érzékelő eszközt, amelyik nem csak nagy geometriai, hanem nagy spektrális felbontással is bír. A fejlesztések eredménye az úgynevezett hiperspektrális műszer, ami kisebb korlátozásokkal úgy tűnik közelebb visz a megoldáshoz.

A hiperspektrális műszerek alapelve a következő (2213. ábra): Egy optikai rendszeren és zárszerkezeten keresztül a bejutó fényt egy keskeny rés szabályozza. Ezzel elérhető, hogy egy expozíciónál csak a repülésre merőlegesen egy keskeny terepsáv vegyen részt a további képalkotásban. A sáv képe egy hajlítórácsra (prizmarendszerre) jut, amely minden egyes tereppont képét színeire bontja. A szétbontott spektrum (repülési irányban) és a terepsáv képe (keresztirányban) alkotja ezután a hozzájuk szerkesztett detektormátrixon megjelenő képet. Ebből az következik, hogy minden egyes expozíciónál (újabb képsáv letapogatásánál) egy teljes mátrixot kell kiolvasni a műszerből. Ez azzal jár, hogy a CCD-mátrix mérőkamaráknál szokásoshoz képest néhány százszorosan gyorsabban kell az adatkiolvasást elvégezni, ami a mai technológiai szinten is nagy problémákat okoz. Ezen kívül a soros érzékelők detektor-soraiban nagyságrendileg több detektor telepíthető, mint a hiperspektrális eljárásnál. További, meggondolásra igényt tartó tulajdonság, hogy az így elkészülő képsorozat nagyon sok redundanciát tartalmaz, a spektrális viszonyok változása a gyakorlatban nem igényli a módszert. Ezért az alkalmazásoknál mindig választanak a két felbontás-növelés között. Ennek ellenére a módszer perspektivikusnak tekinthető.

HIPERSPEKTRÁLIS MŰSZEREK ELVI FELÉPÍTÉSE



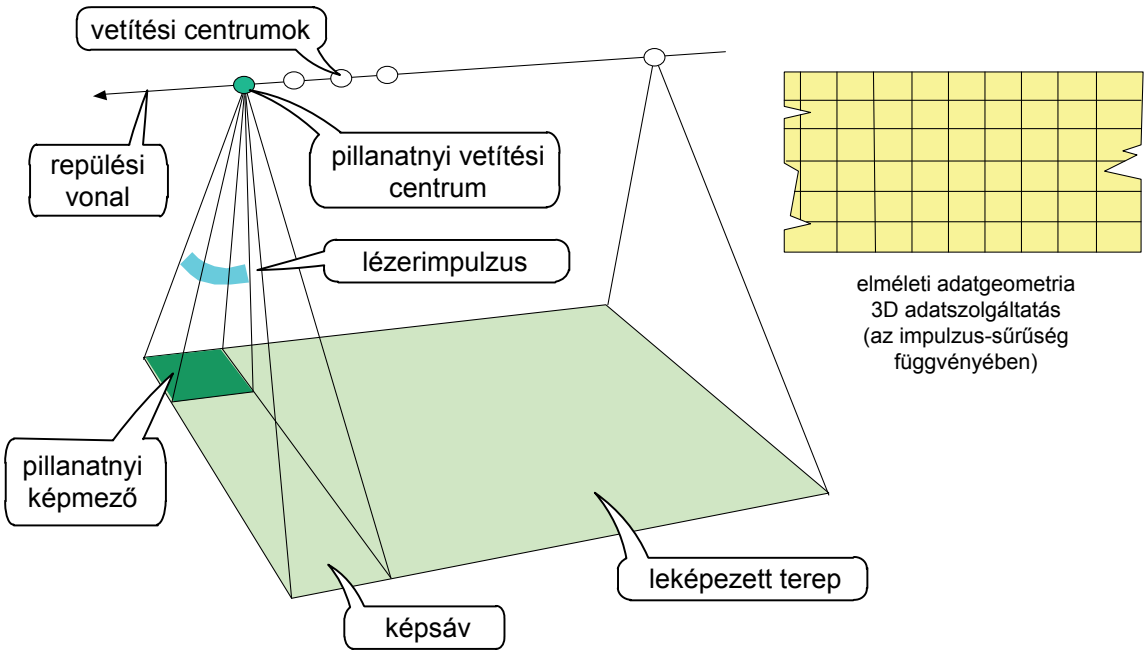
2.2- 13. Hiperspektrális műszerek elvi felépítése

Aktív lézer-szkennerek:

Az aktív lézer szkennerek alapötlete szintén régebbi keletű, már a 60-as években foglalkoztak vele, de a nagypontosságú alkalmazását csak az újabb helymeghatározó technológiák (GPS) bevezetése után valósíthatták meg. A módszer alapötlete a geodéziában ismert poláris helymeghatározáson alapszik. Ha ugyanis egy pontból (repülőeszköz) meg tudjuk mérni valamely tereppont távolságát és nadírszögét, akkor hozzá képest egyértelmű koordináta-meghatározás lehetséges a rendszer működési síkjában. Amennyiben tehát a repülésre merőleges síkban sok mérést tudunk végezni, valamint a repülőgép előre halad, létrejön a terep valódi 3D modellje. A műszernek természetesen aktív elvűnek kell lenni, hogy a kibocsátott jelek futási idejét mérhessük. Ezek alapján a felépítése a következő (2215. ábra): Egy valamilyen hullámhosszúságú lézersugár zárszerkezeten keresztül egy, a pásztázó rendszerekhez hasonló módon működő tükörre jut, amelyik segítségével letapogatja keresztirányban a felszínt (2214. ábra). A terepről visszavert sugárzás (szakaszolás után) egy detektorba jut, majd egy adatképző műszerbe. Itt megtörténik a távolságok számítása, az amplitúdó (feketedés) rögzítése. A gond a repülőgép helyzetének (vetítési centrum

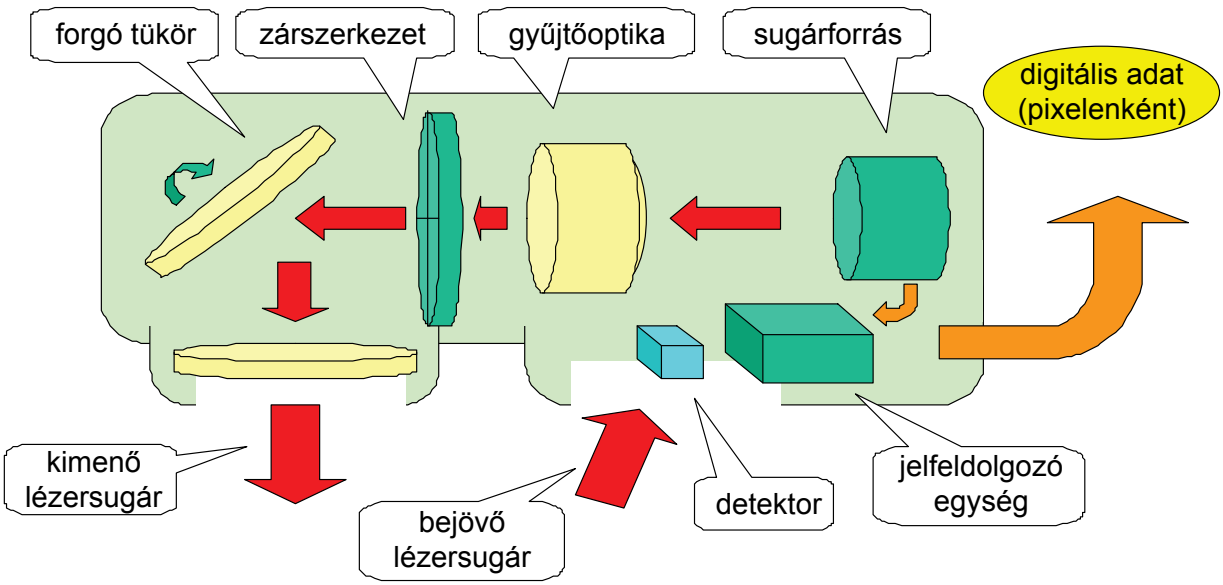
koordinátái, külső tájékozási elemek) ismeretével van. Mivel a folyamat folytonos leképezésű, ezért szükség van e paraméterek folyamatos ismeretére. Ezt csak a GPS berendezésekkel lehet nagy pontossággal meghatározni (általában 4 műszer méri a külső tájékozási elemeket), gyakorlatilag utólagos feldolgozással. Ilyen módon végül is létrejön a terepszakasz 3D-s modellje, vagy (és) a megfelelő hullámhosszon a transzformált képe (ortofotó). Az eljárás gyorsan fejlődik, létrehozták a földfelszínen működő típusait is. Legnagyobb probléma a leképezéseknél a különböző takarásokkal van, a légifotózáshoz hasonlóan. Ezt többszörös repüléssel küszöbölhetik ki, természetesen ez a feldolgozást bonyolítja, illetve pontosságcsökkenést okoz.

AKTÍV LÉZER SZKENNEREK



2.2.- 14. ábra Aktív lézer szkennerek I.

AKTÍV LÉZER SZKENNEREK



2.2. -15 ábra Altív lézer szkennerek II.

2.2.2. A fotointerpretáció eszközei és módszerei:

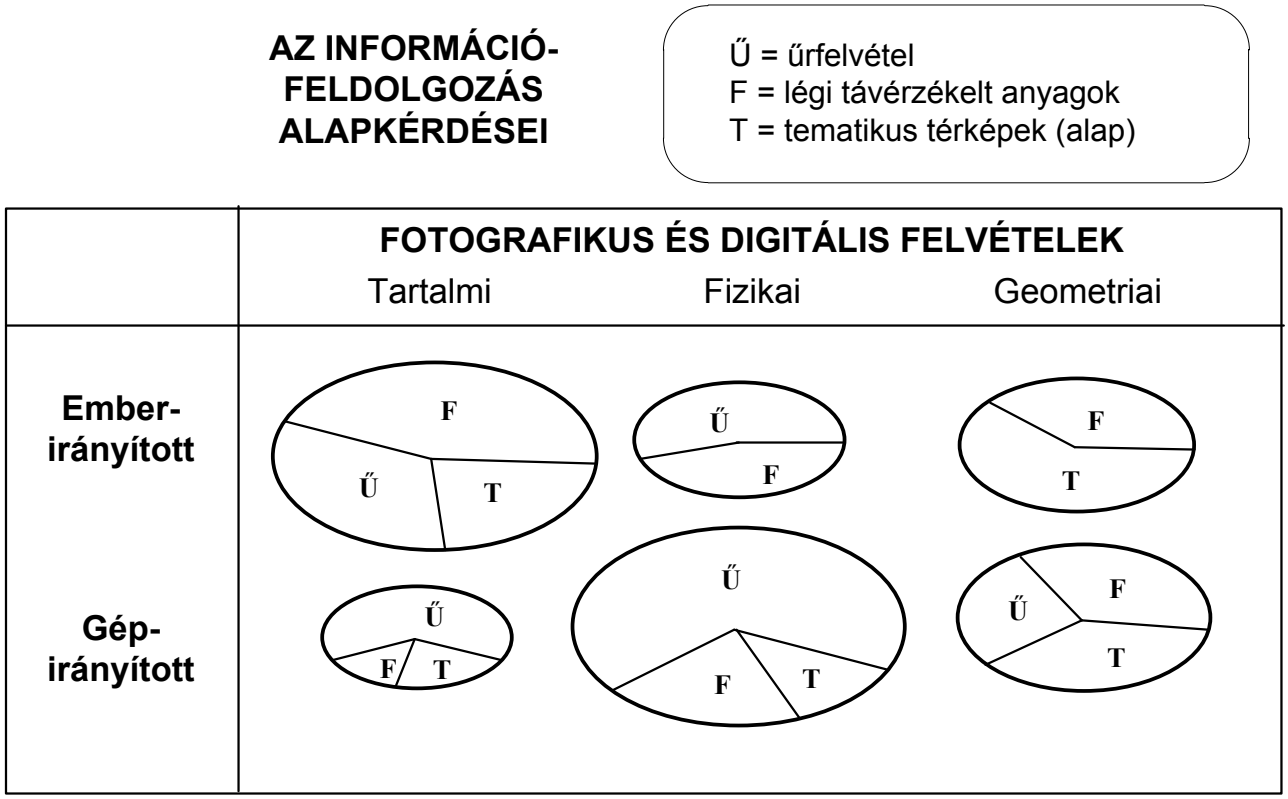
Az információfeldolgozás alapkérdései:

A távérzékelt felvételek feldolgozásának egyik legfontosabb jellemzője, hogy gyakorlatilag a korábban említett három információtípus (geometriai, fizikai és tartalmi) kinyerése nem történhet külön-külön, hanem ezek szoros összefüggésben lévén, együttesen értékelendők ki. Ez azt jelenti, hogy ha "csak" térképet kívánunk készíteni, akkor is felhasználunk fizikai jellemzőket (pl. utak fehér vonala), valamint tartalmi tulajdonságokat (pl. lakókörzetek). Ugyanígy, és ez a problémásabb kérdés, ha pl. növényzetvizsgálatról van szó, akkor is foglalkoznunk kell a geometriai megoldásokkal, az adatainkat térképezni kell. Ha tehát elhanyagoljuk valamelyik komponenst (amire főként a geometriánál van esély), kiértékelésünk megbízhatósága csökken.

Megfontolásokra és tisztázásra méltó az a jellemző is, amely a divatnak engedve, minőségi és fejlődési sorrendbe állítja a szakemberek által meghatározott adatokat (analóg adatok), a számítógép által meghatározott adatokkal (digitális adatok). Mivel napjainkban a technika fejlődésével egyre inkább összemosódik a két módszer, az elkülönítésük ilyen formája nem indokolt. Jobban kifejezi az eljárás lényegét, hogy az adatnyerés főként a gépek nagytömegű számítási lehetőségein (gép-irányított kiértékelés), vagy a szakemberek egyéni meglátásain, képzettségén (ember-irányított kiértékelés) alapul. Ehhez hozzá lehet tenni, hogy míg a szakember tevékenysége a tartalmi információk, az összefüggések területén nyújt többet, addig a gép a nagytömegű adat együttes feldolgozásában (pl. multispektrális képek feldolgozása) jeleskedik. Ezek szerint nincs abszolút előny egyik oldalon sem, mindig a feladat és a lehetőségek döntenek az alkalmazott módszerekről (2216. ábra).

Amennyiben más csoportosítás szerint tárgyaljuk az adatforrásokat, megkülönböztetünk fotografikus és digitális képeket. A kettő közötti eltérés az adatok rögzítésében van, míg az első esetben az adatokat egy kémiai folyamat rögzíti fényérzékeny emulzión, a másodikban a kép minden egyes pontja digitális jelként kerül tárolásra. Az egyik eljárás előnye a nagy spektrális és geometriai felbontás, míg a másiké (digitális) a szinte korlátlanul növelhető érzékelési sávok száma (multispektralitás). A geometriai megbízhatóság kérdése már bonyolultabb dolog, megjegyzendő, hogy ebben döntő szerepe van a kép egyidejű vagy folyamatos leképezésének.

A fotografikus információk feldolgozását alapvetően a szakemberek tapasztalata irányítja. Ezt különféle segédeszközök támogatják (interpretoszkópok, a sztereóhatás könnyű előállítása, geometriai mérési lehetőségek). A tematikus információk kinyerésénél megvan az az előnyük, hogy többszörösre nagyíthatók, szemlélhetők, ugyanakkor áttekinthető marad egész területük, ami főleg a lineáris összefüggések értelmezésénél fontos. Sajnos ez az előny digitális anyaggá való átalakításuk során jórészt elveszik. A fotografikus képek geometriai feldolgozásának jelenleg legelterjedtebb módszere a kiértékelt elemek digitalizáló asztalon történő digitalizálása, ezzel párhuzamosan meghatározott geometriai rendszerbe való transzformálása.



2.2.- 16. ábra Az információ-feldolgozás alapkérdései

Az eredendően digitális felvételek nagytömegű adatainak feldolgozásánál természetszerűleg a gépi feldolgozás eredményezi a teljes fizikai információtartalom kinyerését. Az általában multispektrális (MS) anyagok együttes kiértékelése lehetőséget ad a másként nem elérhető automatikus osztályba-sorolásnak, környezetünk objektumai minőségi állapotának meghatározására. Megjegyzendő, hogy az űrfelvételek esetében jelenleg tapasztalható erős felbontás növekedés ennek az alapvető feladatnak és lehetőségnek nem felel meg. A kisebb méretarányokban megkívánt környezeti kategóriák elemzéséhez ugyanis általában szükséges az optikai generalizálással létrejövő homogén képanyag.

A digitális képfeldolgozás alkalmazási lehetőségei:

A két alapvető távérzékelési adatforrás kapcsolatának összefoglalása után kicsit részletesebben foglalkozunk a digitális képfeldolgozás alkalmazásával a környezetvizsgálat területén, mivel a fejlődés jelen állapotában előtérbe kerülnek a számítógép által történt kiértékelések és eredményeik bedolgozása a térinformatikai rendszerekbe. A környezeti feladatoknál digitális felvételek (leggyakrabban űrfelvételek) főleg a közepes és kisméretarányú munkáknál jelentkeznek. A digitális képek alapeleme a pixel (valamekkora terepi méretet lefedő képpont), amely a leképezett információt számszerűsített értékkel rögzíti (analóg megfelelője a feketedés). Ezért feldolgozásuk legegyszerűbb módja a pixelinformációk együttes kiértékelése. Itt csak annyit jegyzünk meg, hogy egy-egy terepelemre vonatkoztatva a MS leképezések több

spektrális, fizikai információt tartalmaznak, ami nagyban elősegíti a hibamentes kiértékelést. A másik összetevő a korábban említett optikai generalizálás, ami bizonyos összevont környezeti elemek értékelését teszi lehetővé (pl. házak, fák, utak objektumok helyett családiházas beépítés objektum). Végül is a folyamat előkészítése (hibaszűrés, redundancia-vizsgálat, hisztogramok, stb.) után meghatározható, hogy egyáltalán mit lehet és mit érdemes a képekből kiértékelni. Általában a pixelinterpretáció alkalmas környezetünk alapelemeinek meghatározására (pl. földhasználat), esetleg alosztályok szintjéig. Vizsgálható vele a tájsebek, nagyobb elváltozások. Meghatározható az időben történő változások tendenciája is. Mindezek az űrfelvételek alkalmazása miatt nagy, esetleg megyényi térségekre vonatkozhatnak. Ki kell emelni a párhuzamosan végrehajtott geometriai feldolgozást is, ami az űrfelvételek leképezési folyamatait figyelembe véve gyakran nehézkessé válhat.

A lehetőségek figyelembevételével ezután történhet meg a nagy számolásigényű osztályba-sorolás, ami végső soron a kiválasztott környezeti elemek területi meghatározását jelenti. Az osztályba-sorolás folyamán a pixeleket meghatározott célkategóriákba sorolják. Ez kétféleképpen lehetséges. Ha csak a spektrális tulajdonságokra alapozzuk a számítást, akkor automatikus (cluster) eljárást alkalmazunk. Ennek ott lehet létjogosultsága, amikor például pontosan nem tudjuk a keresett probléma helyét, megjelenésének módját. Ekkor az automatikus feldolgozás például kialakíthat olyan osztályokat (környezeti kategóriákat), amelyek jellemzőek lehetnek bizonyos károsodásokra. A kiértékelési folyamatban nagyobb szerepe van a tanítós eljárásnak, mikor egyéb úton (szemléléssel, térképi segédlettel, stb.) szerzett információk segítségével a kiértékelés területén szakember jelöli ki azokat a térségeket, amelyek megfelelnek bizonyos környezeti elemeknek. Ezzel a módszerrel már finomabb környezeti kategóriák, jelenségek is meghatározhatók. A problémát általában a tanulóterületek nem pontos kijelölése okozza, illetve a különböző területeken fellépő eltérő meteorológiai körülmények.

A pixelinterpretáció lehetőségei meghaladó képfeldolgozási eljárások jelenleg kísérleti stádiumban vannak. Az egyik perspektivikus eljárás az alakfelismeréssel függ össze. Itt a cél a feketedési adatok mellett az objektumok alakjának bevitele az értékelő rendszerbe. Például, ilyen módszerekkel a hasonló spektrális tulajdonságokkal rendelkező homokbánya, tájseb és a kitaposott földutak jól elkülöníthetők. A fejlesztés másik iránya az úgynevezett tudásbázisú objektuminterpretáció, ahol már meglévő térinformatikai adatok, szakmai háttértudás segítségével segítik a felületek összevonását, a fizikai értelmezést. Végül meg kell említeni a nagyméretarányú űrfelvételek kérdését, melyek környezeti feldolgozása már csak ezzel a tudásbázisú kiértékeléssel lehetséges. Ugyanis a pixelméret csökkenése, ahol az optikai generalizálás gyakorlatilag megszűnik, feldolgozási problémákat jelent. A nem homogén pixelszerkezet erősen megnehezíti az osztályozást, szórt osztályokat hoz létre. Ezek rendszerezése, összevonása már automatikus módon nem oldható meg.

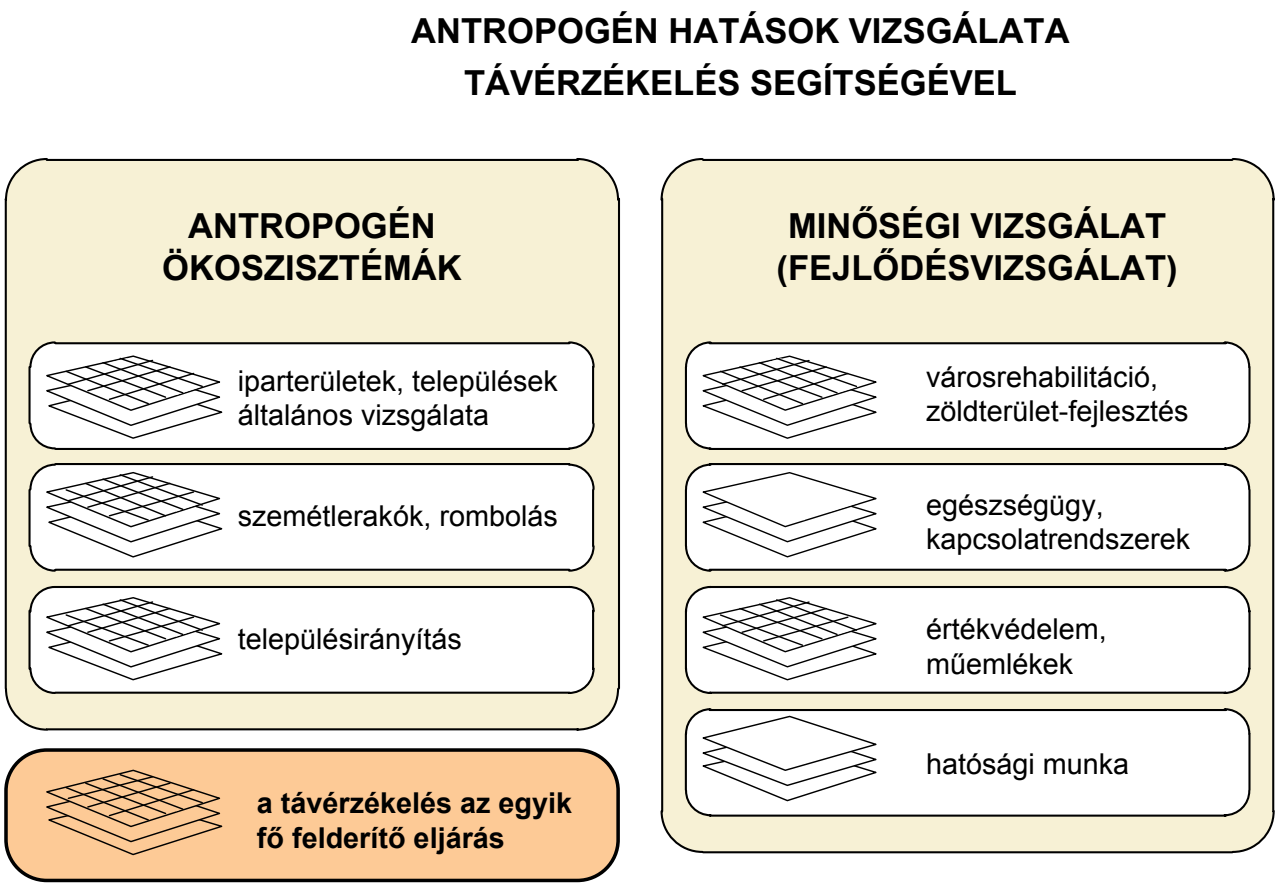
2.2.3. Fő környezetvédelmi alkalmazások:

A távérzékelés és kapcsolódó területei a környezetvédelmi adatgyűjtésben kettős szerepet töltenek be. A kezdetekben környezeti méréseket, vizsgálatokat szakavatott vegyész, biológus szakemberek végeztek. Az általuk biztosított abszolút, számszerű adatok (még akkor is, ha határértékeik különböző megfontolások alapján születtek) mellé a távérzékelés csak kiegészítő adatokat szolgáltathat (mint korábban bemutattuk), viszont az összefüggések felismerésével, főként az olyan jelenségeknél, ahol terjedési kérdések is felmerülnek, nagyon hasznos plusz információk nyerhetők. Emiatt a távérzékelés, kapcsolódva a térinformatika egyik alapkövetelményéhez, a környezeti változások területi vizsgálatával foglalkozhat legeredményesebben. Ilyen az általános relatív környezetállapot-vizsgálat, ahol is a változási okok, források, terjedés kimutatása fontos, de nem tiszta monitoring jellegű feladat. Továbbá, mivel a folyamatok feltételezik a hosszabb ideig való vizsgálatot, a távérzékelés erre a feladatra különösen alkalmas. Az alábbiakban részletesen bemutatjuk azokat a távérzékelési lehetőségeket, amelyek a különféle környezetvizsgálati feladatoknál segítséget nyújthatnak az adatgyűjtésnél. Ezek a lehetőségek gyakorlatilag minden esetben felületi jellegűek, tehát a speciális információk szolgáltatása mellett alkalmasak a különféle térinformatikai adatbázisok felületi rendszerű feltöltéséhez. A módszereket a fő környezeti jelenségek, elemek szempontjából csoportosítottuk.

Az épített, antropogén környezet vizsgálata:

Az épített és antropogén környezet a városok, települések térsége, az egyéb mesterséges létesítmények, jelenségek illetve az ember tevékenységével befolyásolt területek, kialakulásukkal, fejlődésükkel együtt. A témához tartozó szakterület egyik legfontosabb kérdése az ipar és kereskedelem, mint környezetromboló jelenség vizsgálata. Itt nemcsak a folyamatok kutatása lehet a feladat, hanem az antropogén behatások hatásterületének (mind térben mind időben való) meghatározása (pl. bevásárlóközpontok, közlekedés).

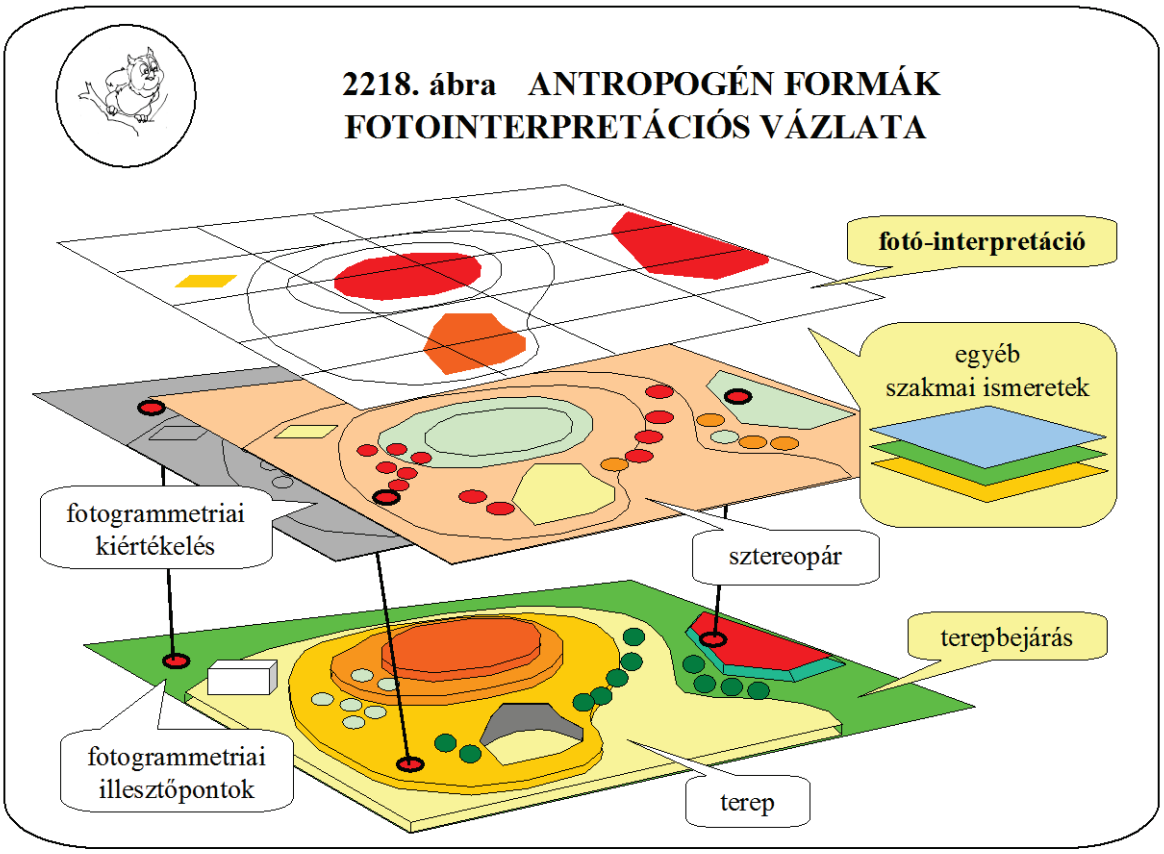
Az antropogén hatások másik fő területe a környezet fokozatos és ma már nagymértékű kihasználása. A növekvő energiaigény (a fenntartható fejlődésre hivatkozva) a teljes rablógazdálkodás szintjére süllyesztették a fő nyersanyagok kitermelését (főként az olaj és a gáz), miközben esetenként gátolják az alternatív megoldások kutatását. Főként a külszíni bányászat pedig a nagy területfoglalás mellett potenciális időzített szennyezőforrást jelent, a rekultivációs tevékenységek félsikerei mellett. A nyersanyagok fokozott felhasználása az ipar és kereskedelem bevonásával fokozott szennyező kibocsátásokat jelent. Leglátványosabb jelenleg a szemét kérdése, mivel ezek deponálása egyre nagyobb területeket igényel, megoldása világméretekben problémás. Ugyanilyen nagy probléma a zaj és újabban az elektromágneses szennyezés (2217. ábra).



2.2.- 17. ábra Antropogén hatások vizsgálata távérzékelés segítségével

A legegyszerűbb, más feladatoknál is szükséges probléma az antropogén ökoszisztémákat is magába foglaló környezet általános célú leírása, felmérése. A legjobb feldolgozási módszer a kérdéskörben a más szakterülethez tartozó fotogrammetria, mivel az általa elérhető pontosság és részletesség széles határokon belül megfelelő bármilyen adatbázis számára. A fotogrammetria alkalmas a 3D felmérésekre, tehát a környezet domborzati viszonyainak rögzítésére. A légifényképek segítségével összefüggő, nagy területekről lehet homogén adatszolgáltatást biztosítani (2218. ábra). Az űrfelvételek használata csak kiegészítésként javasolható, inkább az esetleges nagyarányú domborzati változások lokalizálására.

A környezeti alaptérképek (tematikus, és topográfiai térképek) síkrajzi információinak meghatározása helyi vagy regionális méretekben szintén légifényképekkel a leggazdaságosabb, és a legkisebb időráfordítással jár. Gyakorlatilag a környezeti adatgyűjtésben szükséges részletesség és pontosság akár nagy magasságban repülő repülőgépekkel is történhet, de ezt természetesen a feldolgozandó terület mérete befolyásolja. A térképkészítés (főként a területfelhasználás) területén lehetőség van különleges eljárások felhasználására is. Különösen a radar-felvételek alkalmasak a növényzettel fedett térségeknél az információgyűjtésre (esetleges takart vízfolyások, stb.). Röviden megemlítendő még a térképkészítés újabb terméke az úgynevezett ortofotó (geometriailag korrekt kép), amely felhasználása előnyös lehet a környezet-vizsgálatban, mivel a felszín ábrázolásán kívül egyéb hasznosítható információkat tartalmaz.



2.2.- 18. ábra Antropogén formák fotointerpretációs vázlata

A legfőbb probléma az antropogén jelenségek vizsgálatánál a felszín fokozott fedettsége (növényzet, magas építmények, stb.), ami megnehezíti a homogén kiértékelést, takarásokat okoz. Ezért nehézségekbe ütközik az emberi környezet (települések) fotointerpretációs elemeinek egységes geometriai adatgyűjtése is. Viszont, amennyiben az összefüggéseket vizsgáljuk, jó eredményeket érhetünk el akár alacsony repülésből készült felvételekkel, akár magas-repülésből készültekkel. Például, a beépítettségi határok légifotókon részletesebben elemezhetők, mint térképeken. Ez sok esetben, főként a fejlődésvizsgálatoknál kisebb problémákat is okozhat (kertek, épületek). Megemlítendő, hogy az űrfelvételek e területen sem viselkednek "kisméretarányú légifotóként". Előnyük főként a vitalitási kérdések megoldásakor jelentős, hiszen az optikai generalizálás lehetővé teszi a "növényzet-tartalom" megjelenését közvetlenül a pixelek színében, tónusaiban.

Talán a legsikeresebb távérzékelési adatgyűjtési feladat e területen az illegális hulladéklerakók felderíthetősége. Amennyiben vegetáció nélküli (őszi-tavaszi) időszakban történik a repülés, a színes vagy színes infra felvételeken jól elkülöníthetők, észlelhetők a szemétkupacok, gyakorlatilag fás térségekben is. A felderíthetőség olyan jó, hogy egészen kis lerakók is értelmezhetők. Sok esetben az is meghatározható, hogy vajon ipari jellegű lerakóról van-e szó.

2.2.- 1. táblázat Az antropogén vizsgálatoknál használható fotóinterpretációs elemek

Felderítendő jelenség	Távérzékelő eljárás	Megjegyzés
településszerkezet	légifényképek (fekete.fehér, színes)	részletes szerkezet
településszerkezet	űrfelvételek (közepes felbontás)	beépítettség
építmények jellemzői	légifényképek (fekete.fehér, színes)	
általános környezettérképezés	légifényképek (színes, SZIR)	részletes információk
általános környezettérképezés	űrfelvételek (közepes felbontás)	összefüggések
tematikus térképezés	légifényképek (fekete.fehér, színes)	geometriai inform.
szállítási útvonalak	légifényképek (fekete.fehér, színes)	
hulladéklerakók felderítése	légifényképek (fekete.fehér, színes)	
általános környezetrombolás	légifényképek (fekete.fehér, színes)	
fejlődésvizsgálat (beépítés)	légifényképek (fekete.fehér)	archív anyagok
városrehabilitáció (használat)	légifényképek (fekete.fehér, színes)	
települési ökoszisztémák	légifényképek (színes, SZIR)	összefüggések
település-vitalitás	űrfelvételek (közepes felbontás)	összefüggések

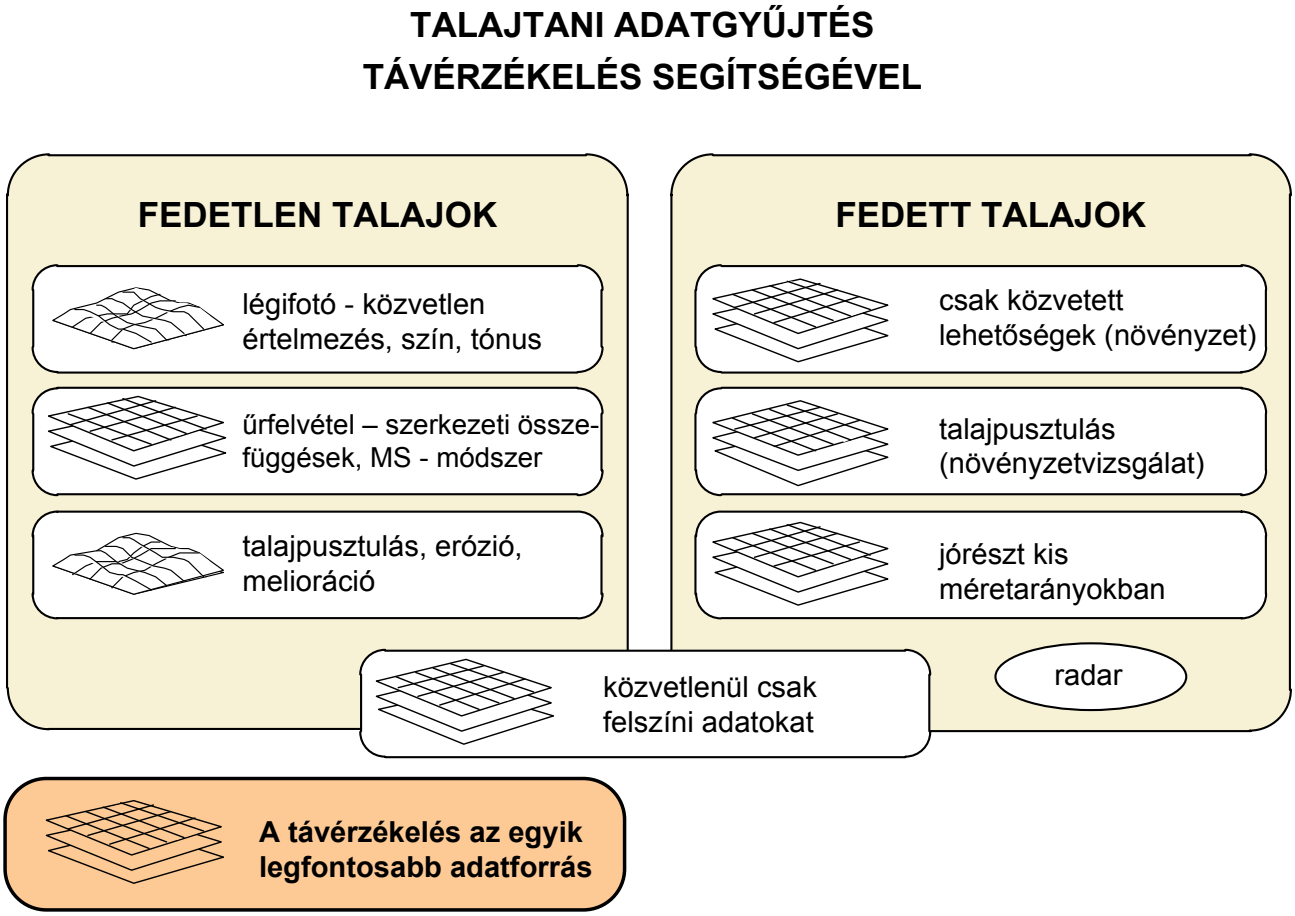
Talajkárosodás vizsgálata távérzékeléssel:

Az ország területének mintegy 60%-a mezőgazdasági művelés alatt áll, vagy ehhez kapcsolódó felület (pl. parlag). Alapvető gond a mezőgazdasági technológiák által felfokozott degradáció (pl. savanyodás, szikesedés, erózió), aminek folyamatos szemmel tartása elsőrendű feladat. Napjainkban a közlekedés miatti nehézfém-szennyeződés válik a legsúlyosabb kérdéssé, valamint a hulladékok, legális és illegális tárolók, mint potenciális talajszennyezők miatt különösen fontos a talajszennyezést okozó lerakatok felderítése. Ehhez kapcsolódik egy érdekes probléma, a régi, már elfeledett talajszennyező források felderítése (tipikus távérzékelési feladat), melyek lehetnek régi szeméttelepek, de spontán módon feltöltött gödrök, talajmélyedések is.

A legegyszerűbb feladat a fedetlen talajok típus-meghatározása, a talajfajták lehatárolása (2219. ábra). Amennyiben szélső pontosságra törekszünk, a legjobb feldolgozási módszer itt is a fotogrammetria. A fotók segítségével összefüggő, nagy területekről lehet homogén adatszolgáltatást biztosítani, így kiküszöbölhető a hagyományos eljárások néha pontatlan lehatárolási módszere. A színek, tónusok és a közvetlen értelmezhetőség akár a mérőkamarás, akár az amatőr felvételek tematikus interpretációját jó eredményekkel kecsegteti. Természetesen ezek a jellemzők részben a talajnedvességtől, a szerkezettől is függenek, tehát az egyéb háttér információknak komoly szerep jut. A különleges távérzékelési eljárások (pl. középső-IR felvételek, radarképek) pedig a talajok hőháztartási tulajdonságai miatt további segítséget jelenhetnek (2220, 2221, 2222. ábrák). Ebben a feladatkörben az űrfelvételeknek inkább a szerkezeti, tartalmi összefüggések keresésében van szerepük. Nagyobb problémát jelent a fedett talajok esete. Ekkor csak közvetett lehetőségeink vannak a talajvizsgálatra. Ilyen lehet a természetes és mesterséges növényzet váltakozása, a

földhasználati határok. Azonkívül a kora tavaszi vagy késő őszi felvételek hozhatnak elfogadható eredményt.

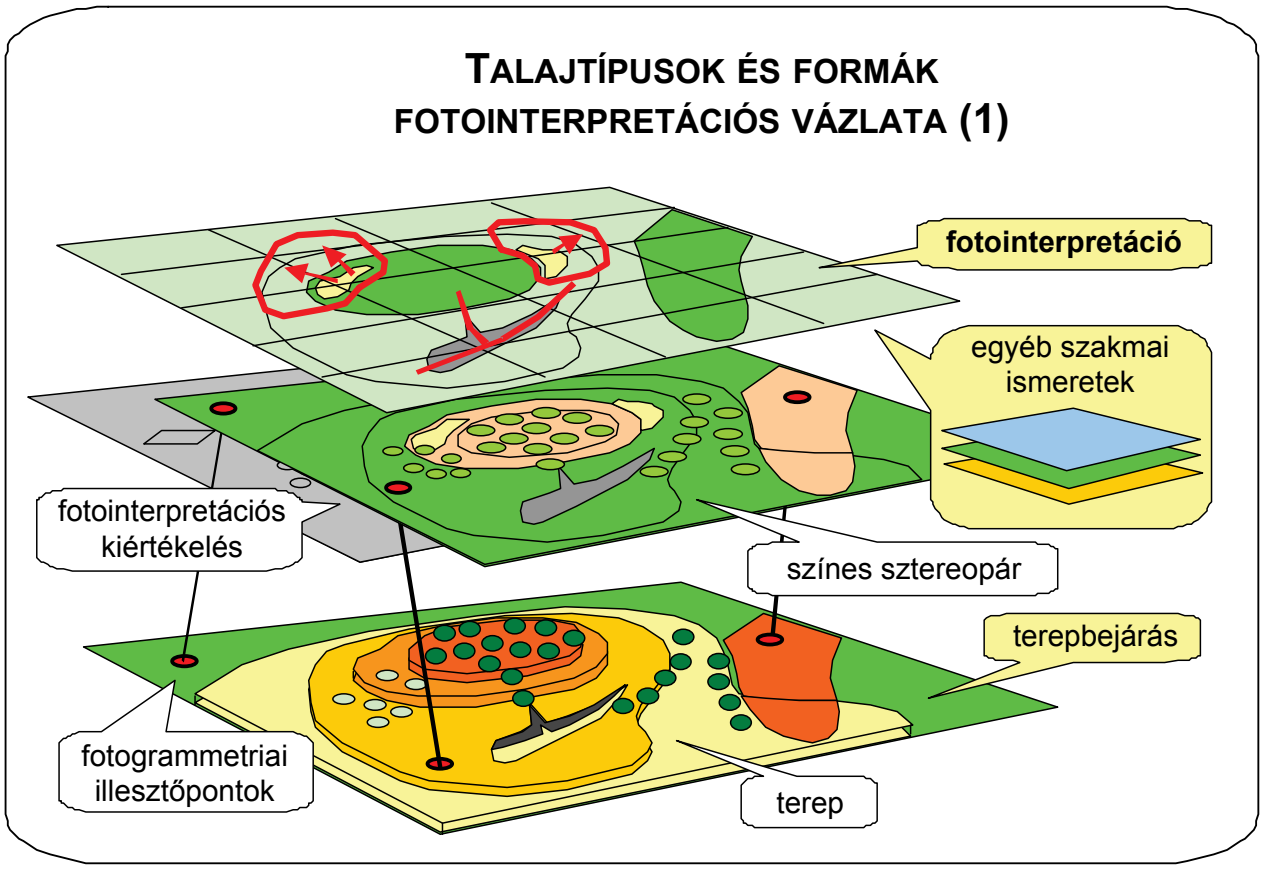
A távérzékelésnek legfontosabb szerepe a talajpusztulás vizsgálatánál van. A képeken részben közvetlenül, részben a növényzeten keresztül pontosan lehatárolható a különböző degradációk kiterjedése, iránya. Ugyanígy kimutathatók a talajhibák, a rossz talajadottságból eredő károk.



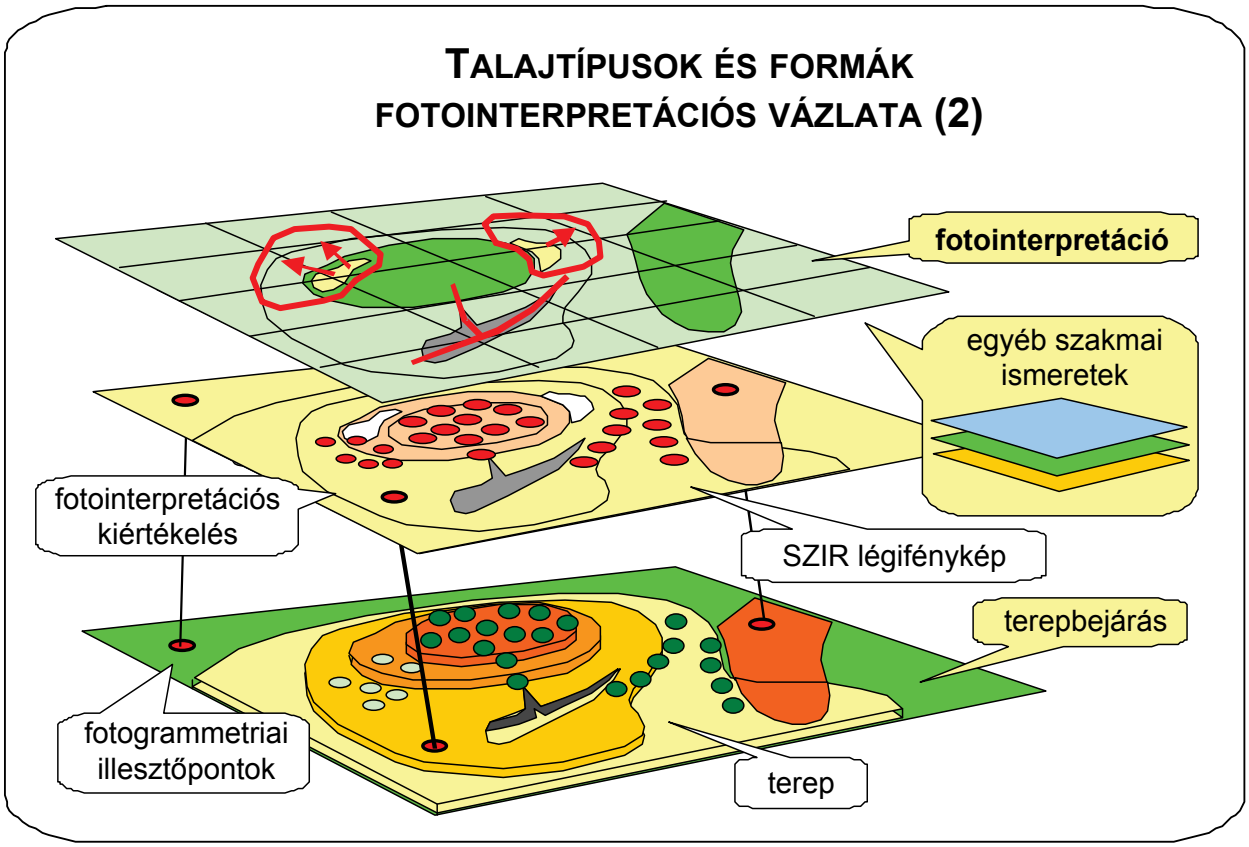
2.2.- 19. ábra Talajtani adatgyűjtés távérzékelés segítségével

2.2.- 2. táblázat Az talajvizsgálatoknál használható fotóinterpretációs elemek

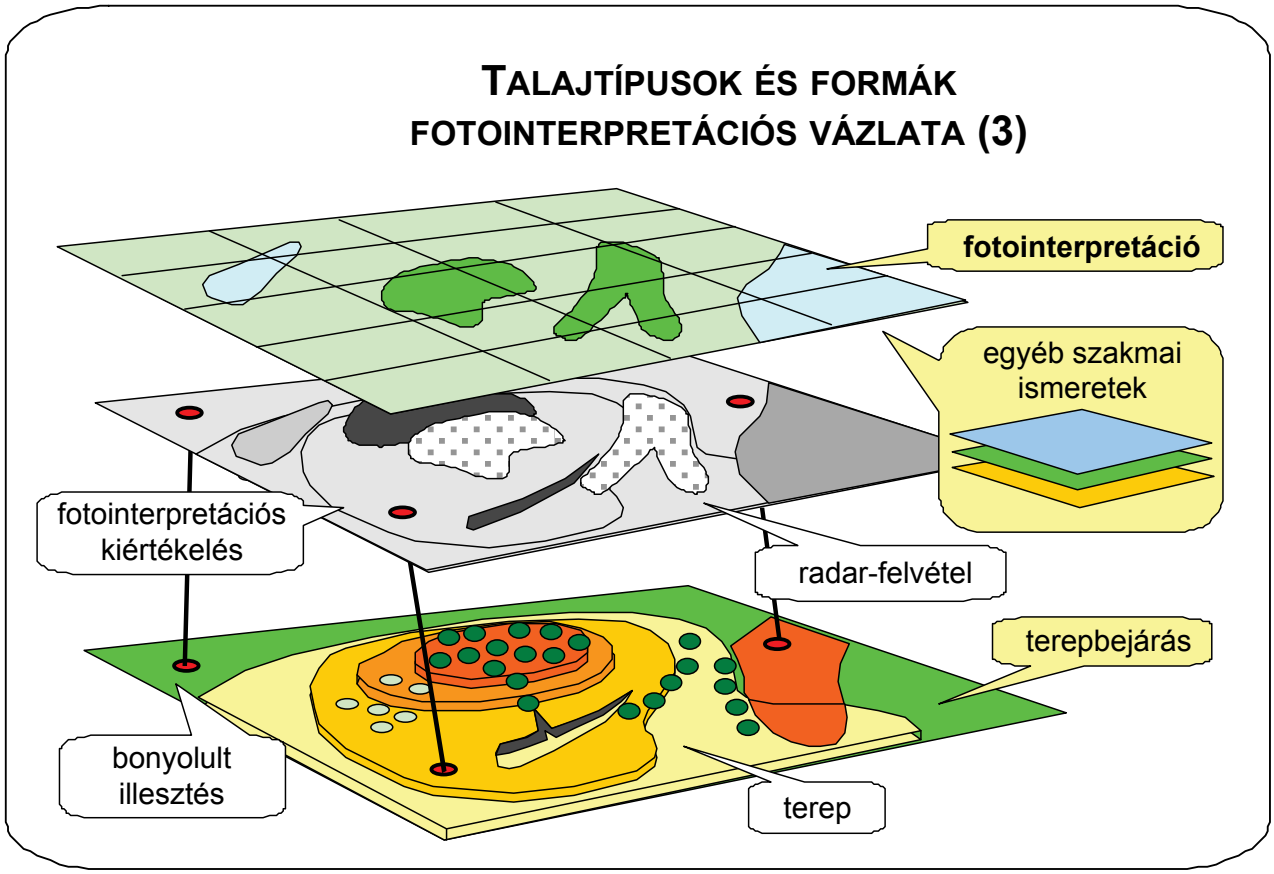
Felderítendő jelenség	Távérzékelő eljárás	Megjegyzés
talajszerkezet	légifényképek (fekete.fehér, színes)	részletes szerkezet
talajszerkezet	űrfelvételek (közepes és kis felbontás)	összefüggések
általános talajtérképezés	légifényképek (színes, SZIR)	részletes információk
általános talajtérképezés	űrfelvételek (közepes felbontás)	összefüggések
degradáció, erózió	légifényképek (fekete.fehér, színes)	típus, kiterjedés
degradáció, erózió	űrfelvételek (nagy és közepes felbont)	kiterjedés, összefügg.
meliorációs problémák	légifényképek (fekete.fehér, színes)	típus, kiterjedés
termőréteg-vizsgálat	légifényképek (fekete.fehér, színes)	minőség
általános környezetrombolás	légifényképek (fekete.fehér, színes)	összefüggések



2.2.- 20. ábra Talaj-típusok és formák fotointerpretációs vázlata I.



2.2.- 21. ábra Talaj-típusok és formák fotointerpretációs vázlata II.



2.2.- 22. ábra Talaj-típusok és formák fotointerpretációs vázlata III.

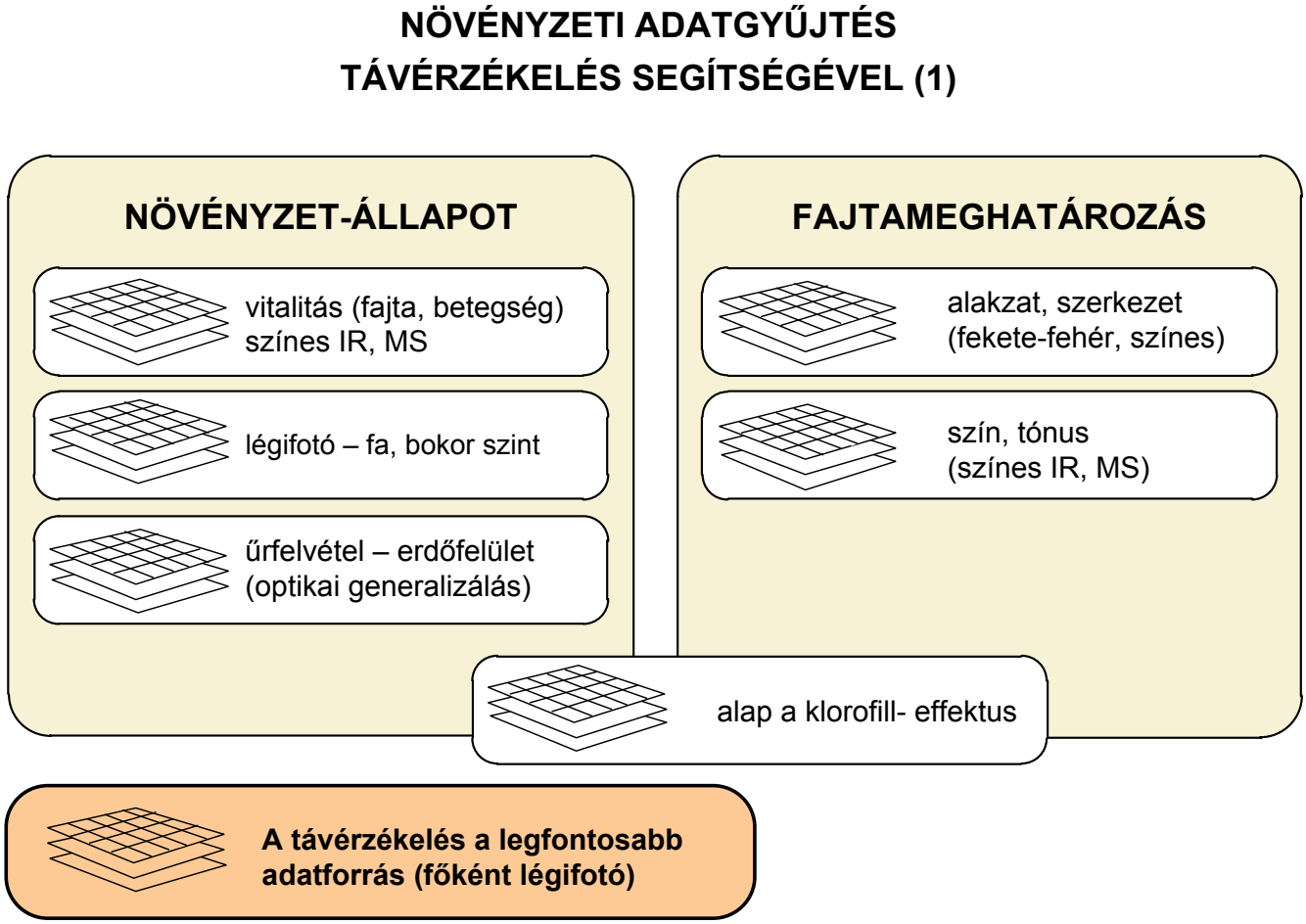
Növényzetvizsgálatok:

A növényzet az egyik legfontosabb környezeti elem. Ennek legfőbb oka, hogy részt vesz az ember számára fontos levegő összetételének stabilizálásában, valamint a legmagasabb szintű növénytársulás, az erdő egyben a legfontosabb ökológiai élőhely is. Ugyancsak a növényzet a meghatározó az ökológiai folyosók, a vizes élőhelyek tekintetében is. A környezetvédelemmel kapcsolatos törvények is az irányba hatnak, hogy az erdők, ligetek, rétek vizsgálata elsőrendű fontosságúvá válik.

A növényzet távérzékeléssel való kutatása két nagy csoportra osztható (2223. ábra). Az egyik a típus-meghatározás. Ez viszonylag könnyen megtörténhet az alak, szerkezet és tónus (szín) alapján. Ebben nagyon jó eredményeket lehet elérni fekete-fehér filmekkel, a szín-különbségek meghatározásához természetesen színes filmekre van szükség. Ha ezeken a tulajdonságokon túl akarunk lépni, ki kell használni a növények erős reakcióját a közeli IR tartományban. Ezt a reakciót "klorofill-effektusnak" nevezzük, és azt jelenti számunkra, hogy az egészséges levél, vagy fűféle a Nap IR sugárzását a közeli (fotográfiai) infrában erősen visszaveri. Amennyiben vitalitása csökken (betegség, stb.), akkor ez a visszaverődés is csökken. Így a színes IR filmek egy olyan lehetőséget jelentenek a környezet vizsgálatában, amit kiváltani még sokáig nem lehet. A lehetőségeket

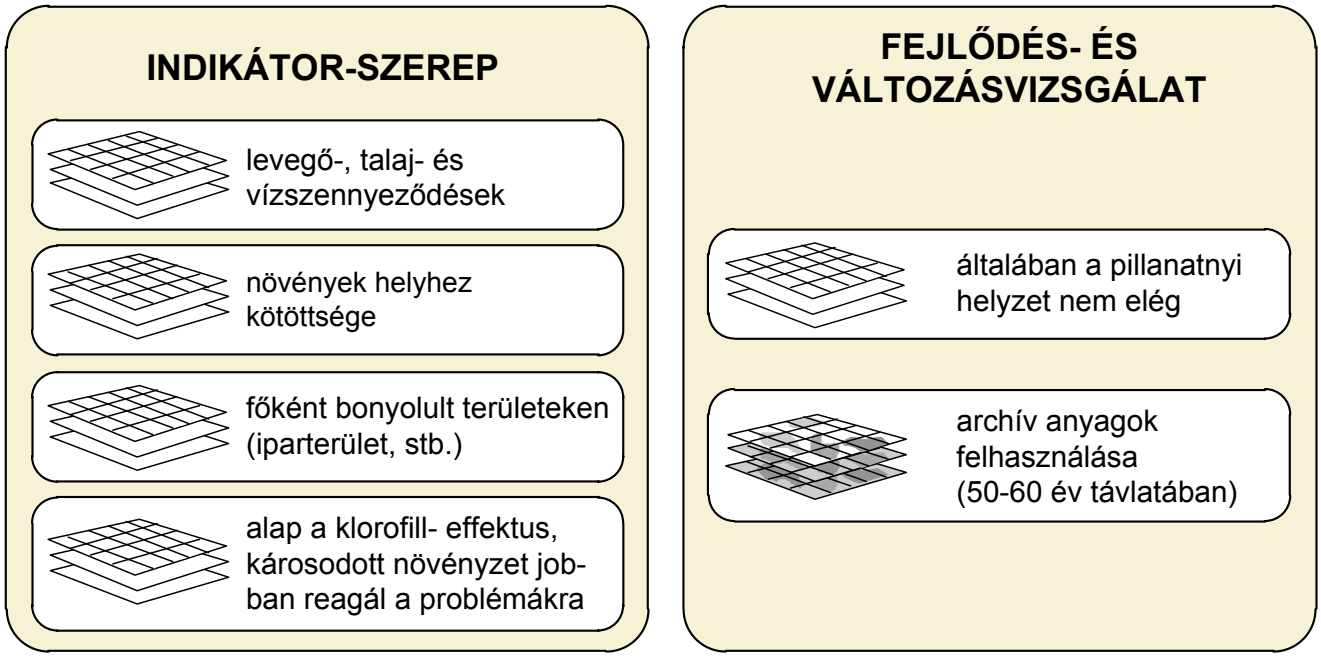
fokozza az a jelenség, hogy a levél klorofillja hamarabb reagál a problémákra a közeli infravörös tartományban, mint a léthatóban (2225, 2226, 2227. ábrák).

A növényzet távérzékeléssel való kutatása két nagy csoportra osztható (2223. ábra). Az egyik a típus-meghatározás. Ez viszonylag könnyen megtörténhet az alak, szerkezet és tónus (szín) alapján. Ebben nagyon jó eredményeket lehet elérni fekete-fehér filmekkel, a szín-különbségek meghatározásához természetesen színes filmekre van szükség. Ha ezeken a tulajdonságokon túl akarunk lépni, ki kell használni a növények erős reakcióját a közeli IR tartományban. Ezt a reakciót "klorofill-effektusnak" nevezzük, és azt jelenti számunkra, hogy az egészséges levél, vagy fűféle a Nap IR sugárzását a közeli (fotográfiai) infrában erősen visszaveri. Amennyiben vitalitása csökken (betegség, stb.), akkor ez a visszaverődés is csökken. Így a színes IR filmek egy olyan lehetőséget jelentenek a környezet vizsgálatában, amit kiváltani még sokáig nem lehet. A lehetőségeket fokozza az a jelenség, hogy a levél klorofillja hamarabb reagál a problémákra a közeli infravörös tartományban, mint a léthatóban (2225, 2226, 2227. ábrák).



2.2.- 23. ábra Növényzeti adatgyűjtés távérzékelés segítségével I.

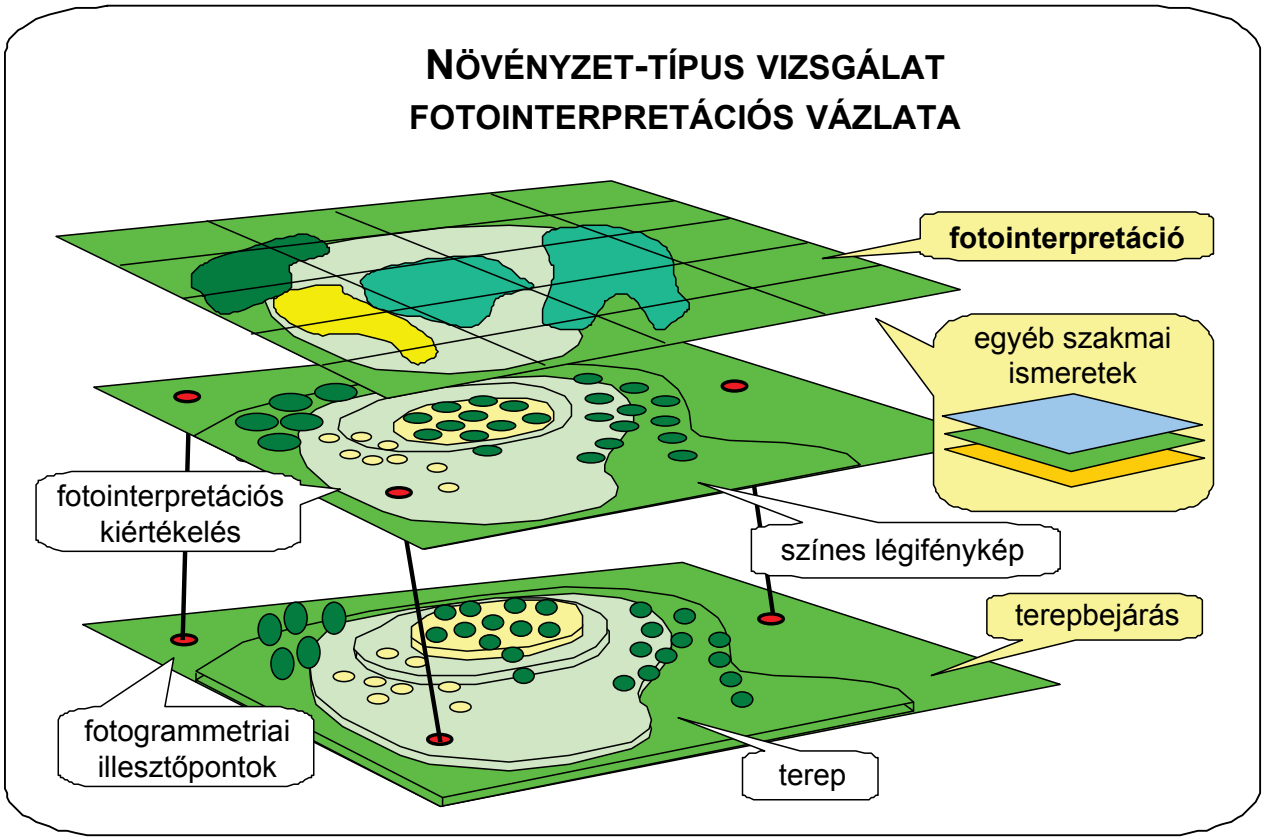
NÖVÉNYZETI ADATGYŰJTÉS TÁVÉRZÉKELÉS SEGÍTSÉGÉVEL (2)



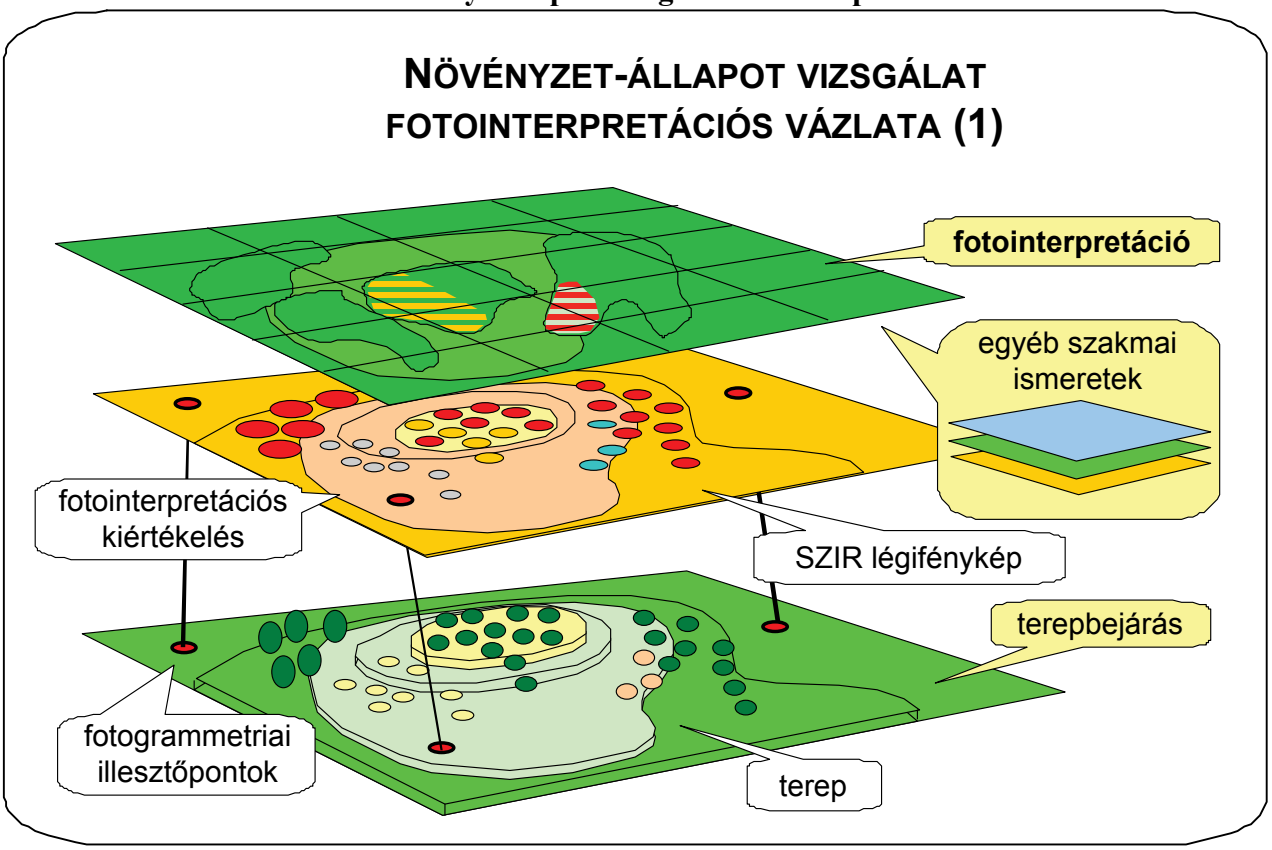
2.2.- 24. ábra Növényzeti adatgyűjtés távérzékelés segítségével II.

Ki kell térni a környezet-vizsgálat két alapvetően eltérő szintjére. Amennyiben helyi jellegű a vizsgálat (települési szint, külterülettel együtt), elvileg elvárható, hogy minden egyes nagyobb növényi egyed (bokor, fa) külön-külön kiértékelhető legyen. Ezt a légifotók biztosítják a geometriai felbontással, pontossággal, árnyékhatásokkal, szerkezettel, stb. A fényképek száma is olyan mértékű maradhat (50-100 felvétel), ami biztosítja a normális idő és anyagi ráfordítást. Ha a feladat regionális méretű (pl. megyeszintű), célszerű űrfelvételeket használni. Hiszen itt már nem az egyedek a fontosak, hanem objektumként jelentkezik pl. az erdő. Ezeknél a feladatoknál kerül előtérbe az erdők vitalitása, az általános fejlődési állapot, aminek a meghatározását az űrfelvételek optikai generalizálása segíti elő. Részletesebb kiértékelést tesz lehetővé az űrfelvételek sajátja, a multispektrális leképezési rendszer. Ezzel a nagyobb kiterjedésű objektumoknak akár a károsodási mértéke is meghatározható.

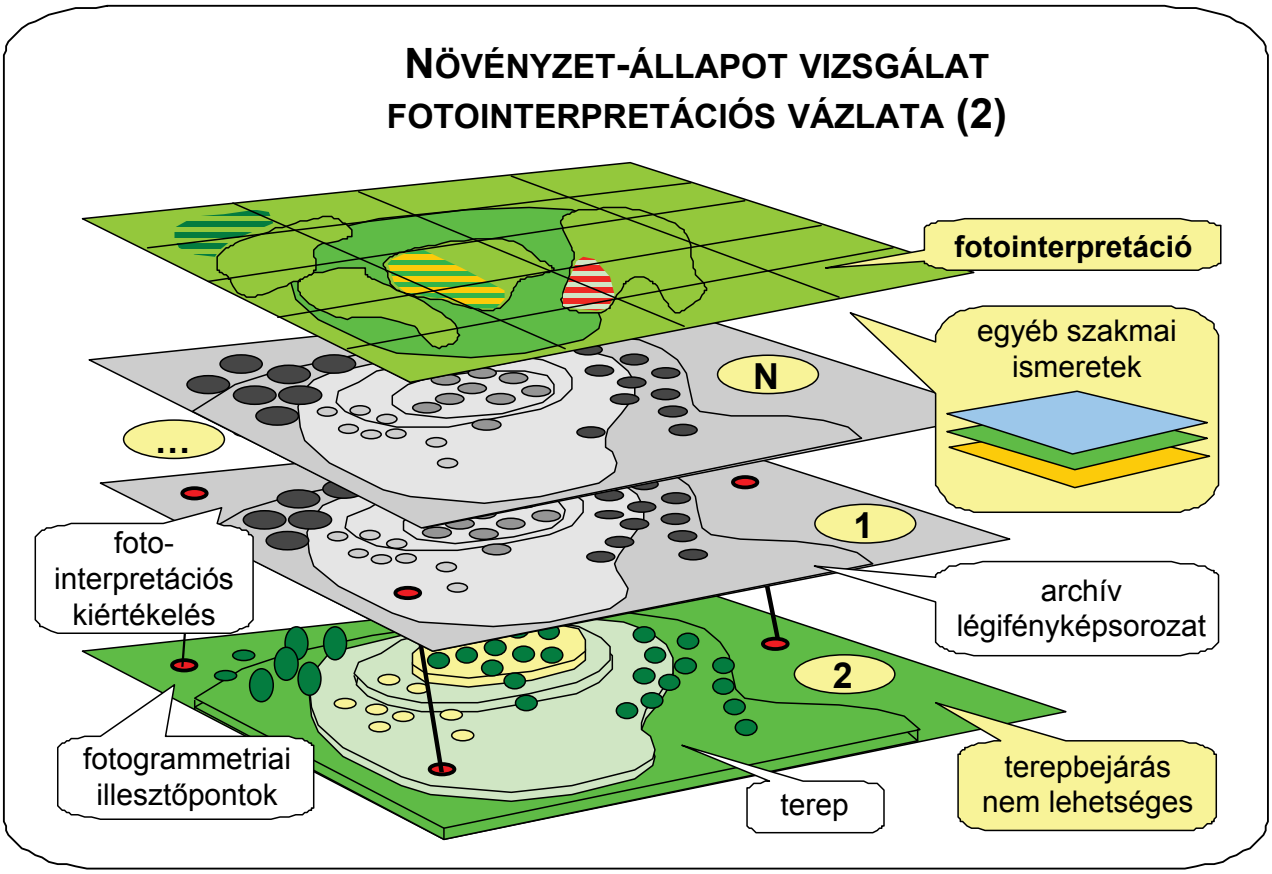
A növényzetvizsgálatok kiemelkedő szerepe megjelenik több fontos egyéb környezetkárosító jelenség meghatározásánál is. Olyan esetekben, amikor szükséges lenne bizonyos nem észlelhető jelenségek hatásterületének, terjedési irányának vizsgálatára, a növényzet, mint indikátor használható (2224, 2228. ábrák). Ugyanis a növény nagyon sok szennyező anyagra reagál, és ez kimutatható IR felvételek segítségével. A reakció mértékéből azután geometriai és minőségi paraméterek is levezethetők. Ugyanígy fontos lehet a növényzet állapotának figyelemmel kísérése a múltban is. Erre az archív légifelvételek alkalmasak, segítségükkel nyomon követhető a növényzet változása, esetleges lappangó negatív változások meghatározása.



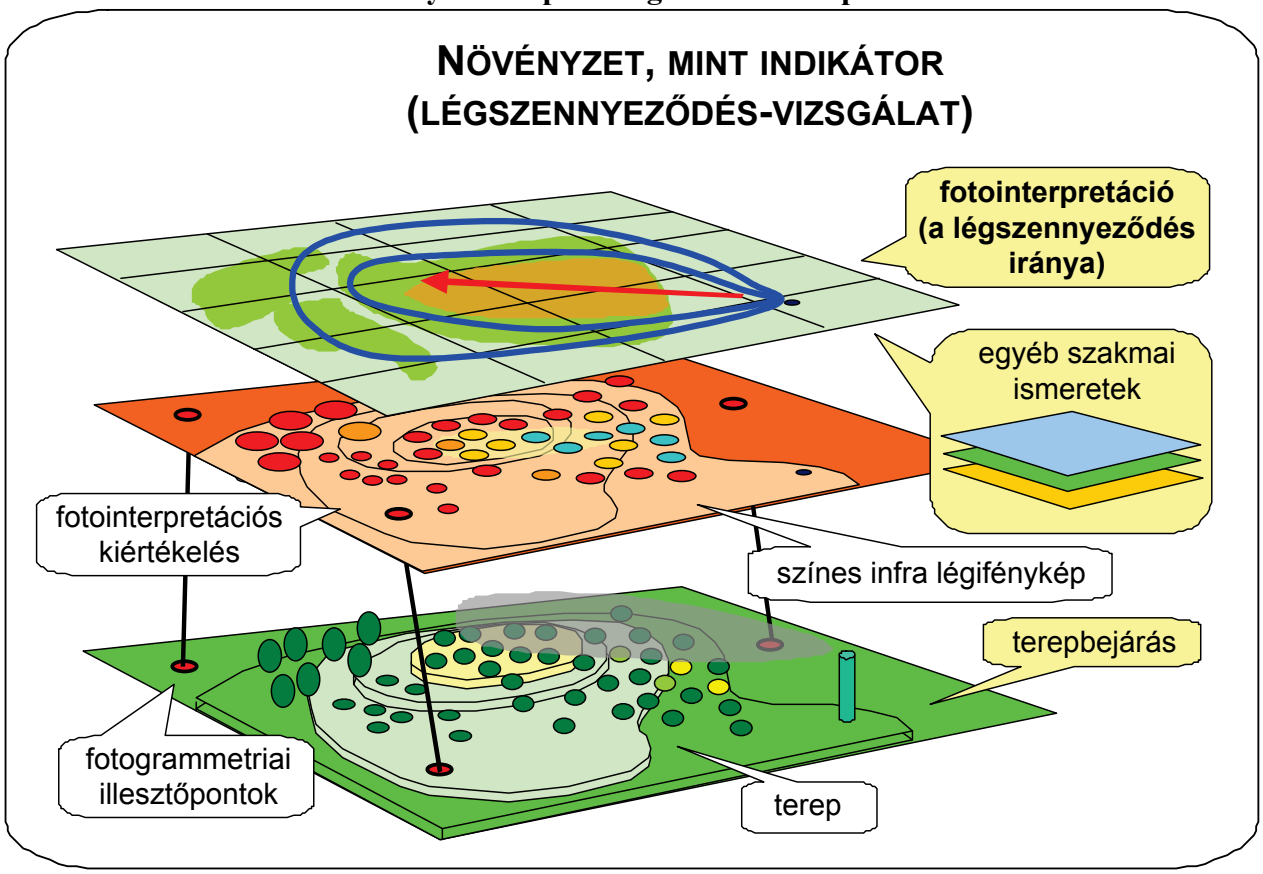
2.2.- 25. ábra Növényzet-típus vizsgálat fotointerpretációs vázlata



2.2.- 26. ábra Növényzet-állapot vizsgálat fotointerpretációs vázlata I.



2.2.- 27. ábra Növényzet-állapot vizsgálat fotointerpretációs vázlata II.



2.2.- 28. ábra Növényzet mint indikátor (légszennyeződés-vizsgálat)

2.2.- 3. táblázat A növényzetvizsgálatoknál használható fotóinterpretációs elemek

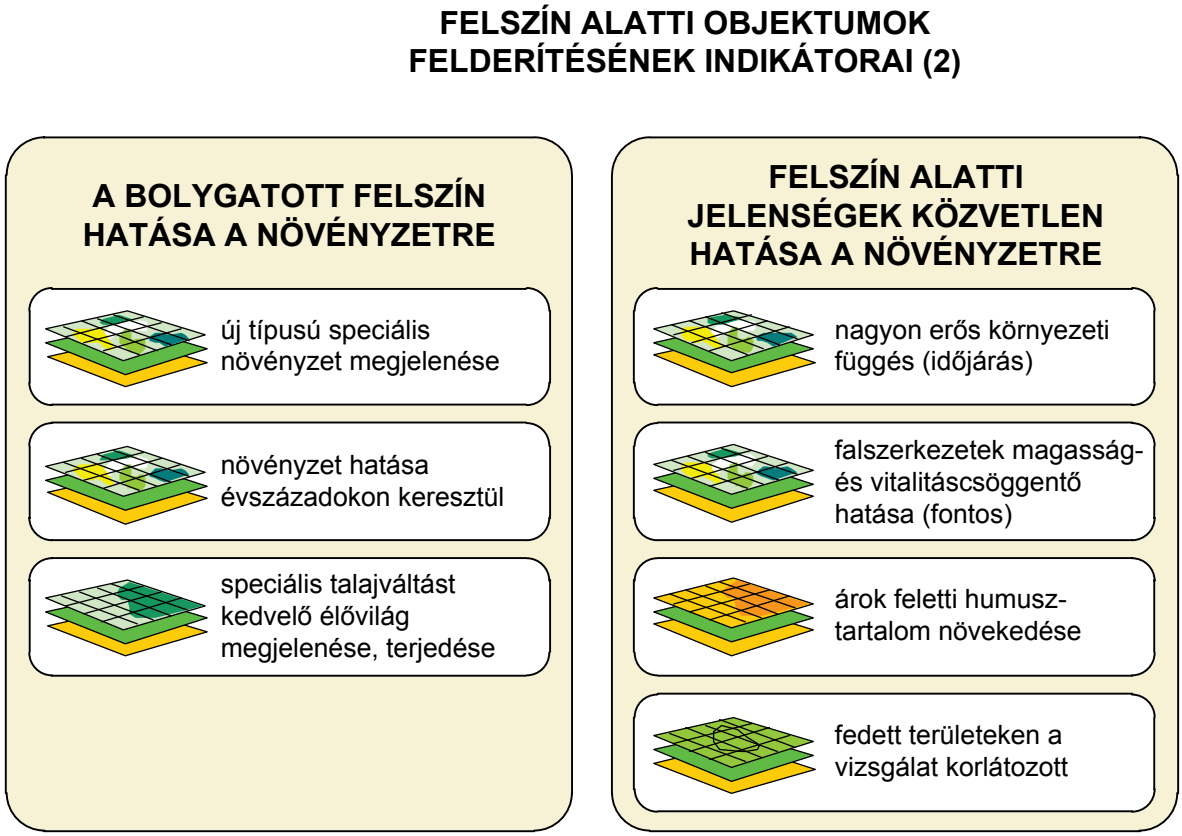
Felderítendő jelenség	Távérzékelő eljárás	Megjegyzés
növényfajta	légifényképek (fekete.fehér, színes)	részletes adatok (fa)
növényfajta	űrfelvételek (közepes felbontás, MS)	adatok (erdő)
ökológiai állapot	légifényképek (színes, SZIR)	részletes információk
ökológiai állapot	űrfelvételek (közepes felbontás, MS)	összefüggések
ökológiai folyosók	légifényképek (fekete.fehér, színes)	hely, összefüggések
növényzetállapot	légifényképek (színes, SZIR)	részletes adatok (fa)
növényzetállapot	űrfelvételek (közepes felbontás, MS)	vitalitás (erdő)
növényzet betegségek	légifényképek (színes, SZIR)	részletes adatok (fa)
környezet fejlődése	légifényképek (fekete.fehér, színes)	részletes információk
környezet fejlődése	űrfelvételek (közepes felbontás, MS)	összefüggések
indikátorszerep	légifényképek (színes, SZIR)	típus, minőség
indikátorszerep	légifényképek (fekete.fehér, színes)	összefüggések

A talaj, a növényzet és a felszín alatti objektumok kölcsönhatása:

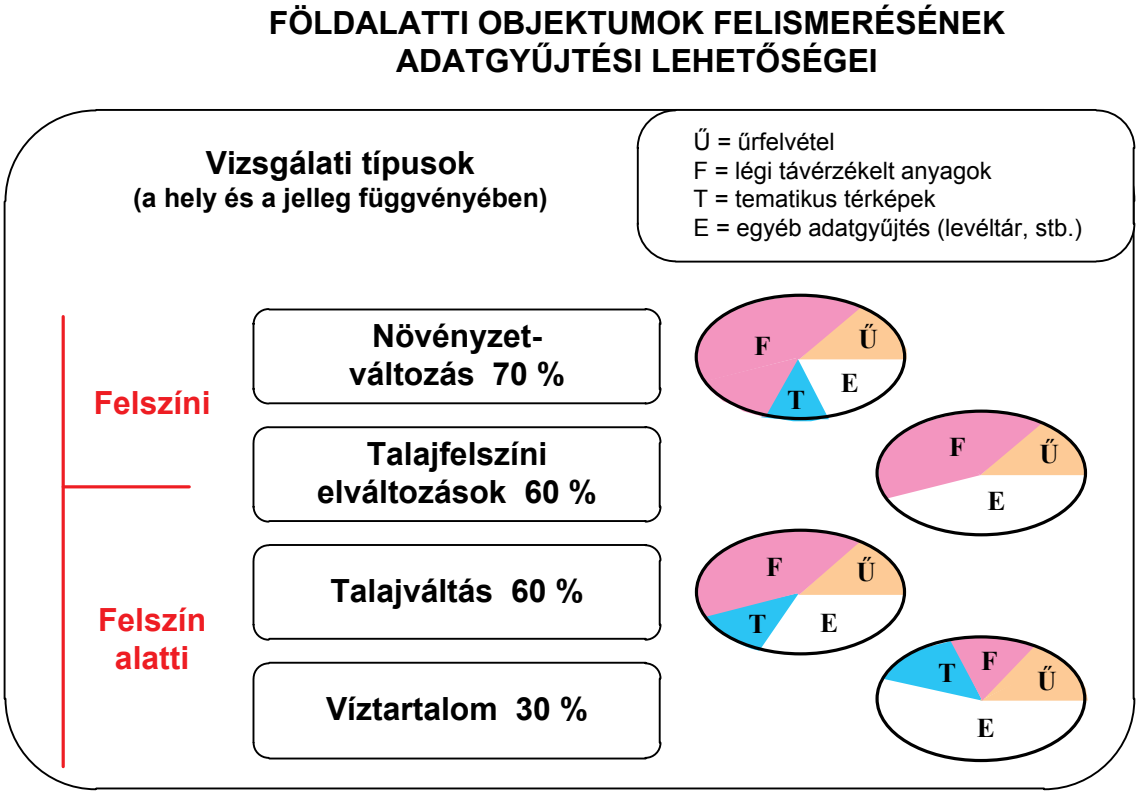
A környezet vizsgálatában érdekes kérdés lehet a földalatti objektumok esetleges hatása a felszín állapotára. A földalatti objektumok felderítésének legfontosabb információhordozói a talaj és a növényzet (2229, 2230, 2231. ábrák). Itt a talajszerkezet megváltozása a fontos indikátor. Idegen anyagok bekerülése, az altalaj felszínre kerülése, vagy csak a humuszrétegek vastagságának jelentős megváltozása is olyan jelenségek, amelyek mindenképpen jelentkeznek a légifényképek tónusszerkezetében. Földalatti objektumként való azonosításukhoz természetesen kell az elszíneződések rendszerbe foglalása, az adott szerkezeti felépítés ismerete. Megjegyzendő, hogy az altalaj és felső humuszréteg keveredése általában csak töltések esetében jelentkezik, amikor a töltés már erősen lepusztult. Régi, már fedett árkoknál inkább a talaj vízháztartásának megváltozása jelent fontos információt. A gazdagabb humusztartalmú bemosódások gyakorlatilag mindig több vizet tartalmaznak, mint a szűz felső rétegek, így a képeken sötétebb tónusban jelentkeznek.

Falazat esetében a helyzet bonyolultabb. Közvetlen eső után a fal feletti réteg kevésbé nyeli el a vizet, az nehezebben szivárog el, így a talaj sötétebb marad. Hosszabb idő múlva viszont a nedvesség felfelé való áramlását akadályozza a fal, ezáltal a fal feletti talajrétegek jóval világosabbnak látszanak mind a normál, mind az infra felvételeken. Következménye az előbb elmondottaknak, hogy a fotóinterpretáció ez esetben erősen időjárásfüggő. Ennek kiküszöbölése a multitemporális távérzékelési módszerekkel lehetséges, aminek tág teret nyújtanak a hazánkban az elmúlt 50 évben készített légifénykép-sorozatok (2232. ábra).

2.2.- 29. ábra Felszín alatti objektumok felderítésének indikátorai I.



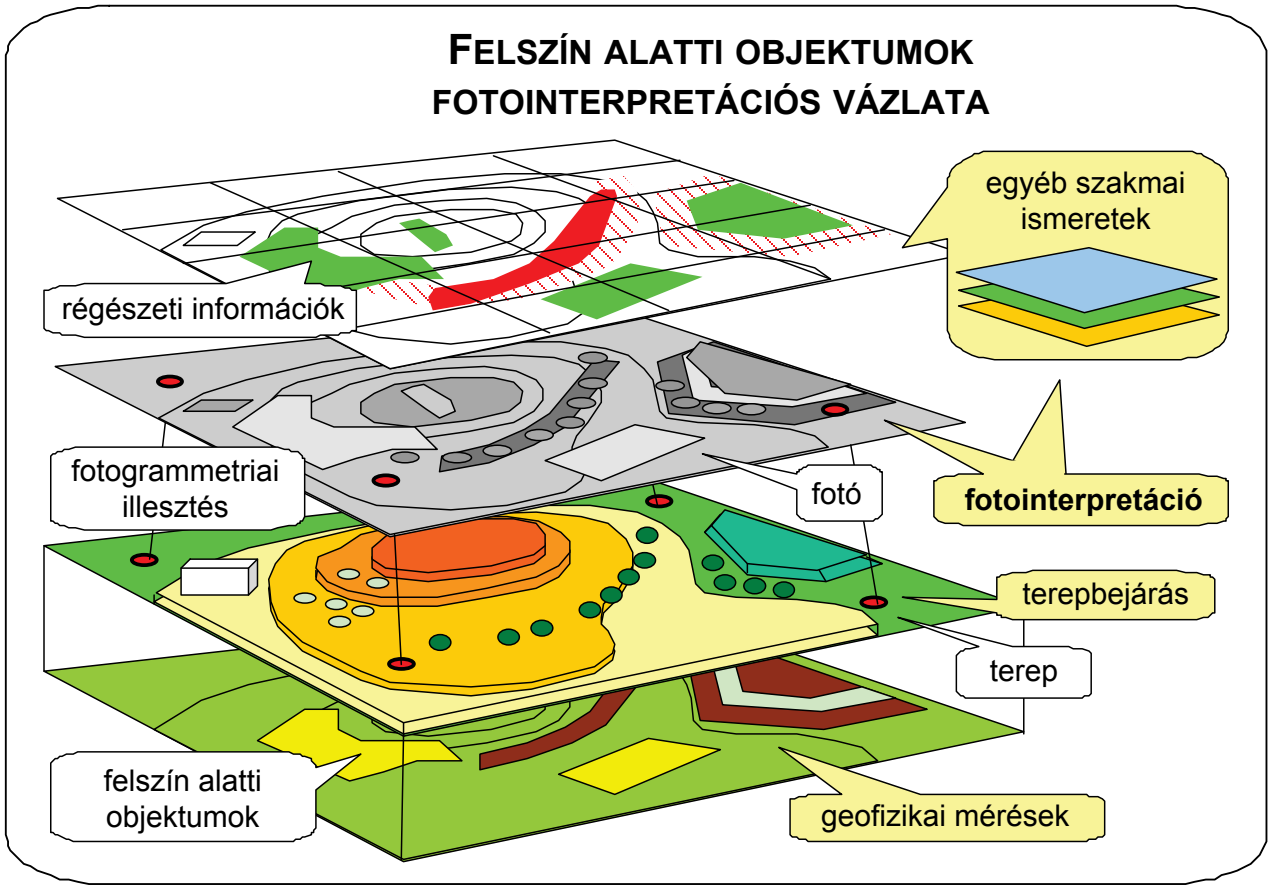
2.2.- 30. ábra Felszín alatti objektumok felderítésének indikátorai II.



2.2.- 31. ábra Felszín alatti objektumok felismerésének adatgyűjtési lehetőségei

A növényzetet kétféleképpen használhatjuk fel a felderítésre. Az egyik a természetes növénytakaró változása megbolygatott felszín felett. Az emberi beavatkozás eredményeképpen sokszor új fajtájú növényzet telepedik meg a beavatkozás területén, és hosszú ideig (több száz évig) elkülönülve megmarad. Az ilyen szabályos elhelyezkedésű sávok nagyon fontos előzetes felderítési módszert jelentenek. Ráadásul bizonyos domborzati formákkal együtt kirajzolhatják a föld alatti objektummaradványok árok- és sáncrendszerét. A növényzetnek van egy közvetlen reakciója is, ami a kultúrnövényzettel borított területeken jelentkezik szembeötlően. A növények ugyanis tápanyag és nedvesség híján falak felett alacsonyabbra (ritkábban) nőnek, míg árkok felett magasságnövekedés tapasztalható, ami együtt jelentős kontraszthatással bír. Színes vagy színes infravörös felvételeken ez a hatás nagyon markánsan észlelhető.

Alapvetően kimondható, hogy a különböző típusú távérzékelt felvételek használhatósága nem hierarchikus (egyre jobb és jobb lehetőségek), hanem módszereikben teljesen eltérő, más-más célból használható eredményeket produkálhatnak. Az alapvető kutatási eszköz az archív légifénykép-állomány, hiszen segítségével több időpontban (multitemporális módon) vizsgálhatók a fontos terepszakaszok, ezzel kiküszöbölve meteorológiai és földhasználati (melioráció) problémákat is. Nem beszélve arról, hogy a régi anyagok segítségével sok terület még beépítés előtti állapotban kutatható, ami az összefüggések szempontjából lehet meghatározó. Az új típusú légianyagok pedig kihasználva az infravörös tartomány és a növényzet reakciójának kapcsolatát a pillanatnyi növényzetállapot megfigyelésével közvetlen adatokat szolgáltathatnak a felszín alatti jelenségekről.



2.2.- 32. ábra Felszín alatti objektumok fotointerpretációs vázlata

Speciális távérzékelési eljárásokkal további értékes információkhoz is juthatunk. A középső infravörös tartományban működő úgynevezett termális szkennerek, termovíziók az objektumok belső hőmérsékletének hatására kibocsátott infravörös sugárzást mérik. A földalatti falak, árkok, stb. sugárzása jelentősen eltérő, így, ha ezek hatása kijut a felszínre, képi formában közvetlenül rögzíthető, felismerhető, térképezhető. Hasonlóan speciális és fontos adatokat szolgáltathatnak például a térképező radarrendszerek. Ezek felvételei készülhetnek olyan módon, hogy a felszíni növényzet ne zavarjon a felszín kutatásánál (pl. víztartalom, felszíni érdesség), illetve szerencsés esetben a felszín alól visszajövő jelekkel közvetlen képet kaphatunk mélyebb rétegekről.

2.3. Az adatnyerés speciális módszerei:

2.3.1. A másodlagos adatnyerés fő forrása a térkép:

A környezeti adatgyűjtés első lépcsőfoka a térképi alap előállítása. Ez nem csak a geometriai rendszert határozza meg, hanem az adatgyűjtés többi elemének részletességét, pontosságát is, tehát alapvető befolyással van a rendszer költségeire, kialakításának időtartamára. Ezen kívül térképek nem csak alaptérképként, hanem nagy számban környezeti tematikus tartalommal bíró információhordozóként is szolgálnak. Emiatt nagy jelentőségű az ezekből a forrásokból való adatnyerés.

Az adatnyerésnél két alapvető csoportot különböztethetünk meg. Az egyik a grafikus térképek felhasználása. A leglényegesebb tennivaló esetükben a grafikus adattartalom digitális formában való előállítása. Ez két módon történhet. A legcélirányosabb, a környezeti szempontok szerinti átgondolás alapján történő manuális digitalizálás, ami a geometriai adatgyűjtés olcsó és gyors módszere. A digitalizáláson esetünkben a térkép hasznos információihoz (térképi pontokhoz) számszerű koordinátákat rendelünk. A digitalizálás eszköze a digitalizáló tábla, amely megfelelő koordinátarendszerrel, adatrögzítő egységgel és a pontok megirányzására szolgáló speciális egérrel rendelkezik. Igazából a megoldandó műszaki feladat a helyes tartalom kiértékelése mellett a digitalizáló tábla-térkép rendszernek a térinformatikai adatbázis geometriai rendszerébe való illesztése. Amennyiben két, matematikailag fedésbe hozható koordinátarendszerről van szó, akkor ez az illesztés néhány illesztőpont segítségével a megkívánt pontossággal elvégezhető. Az illesztőpontok lehetnek háromszögelési pontok, vagy térképi őrkeresztek. A gondot a már nem használatos vetületek, illetve a torzult adatforrások jelentik. Ez esetben nagy körültekintéssel, kisebb területegységekre, fokozatos transzformációval lehet csak a megfelelő pontosságú adatnyerést elérni. Ekkor mindenképpen terepazonos pontokra kell elvégezni a transzformációt.

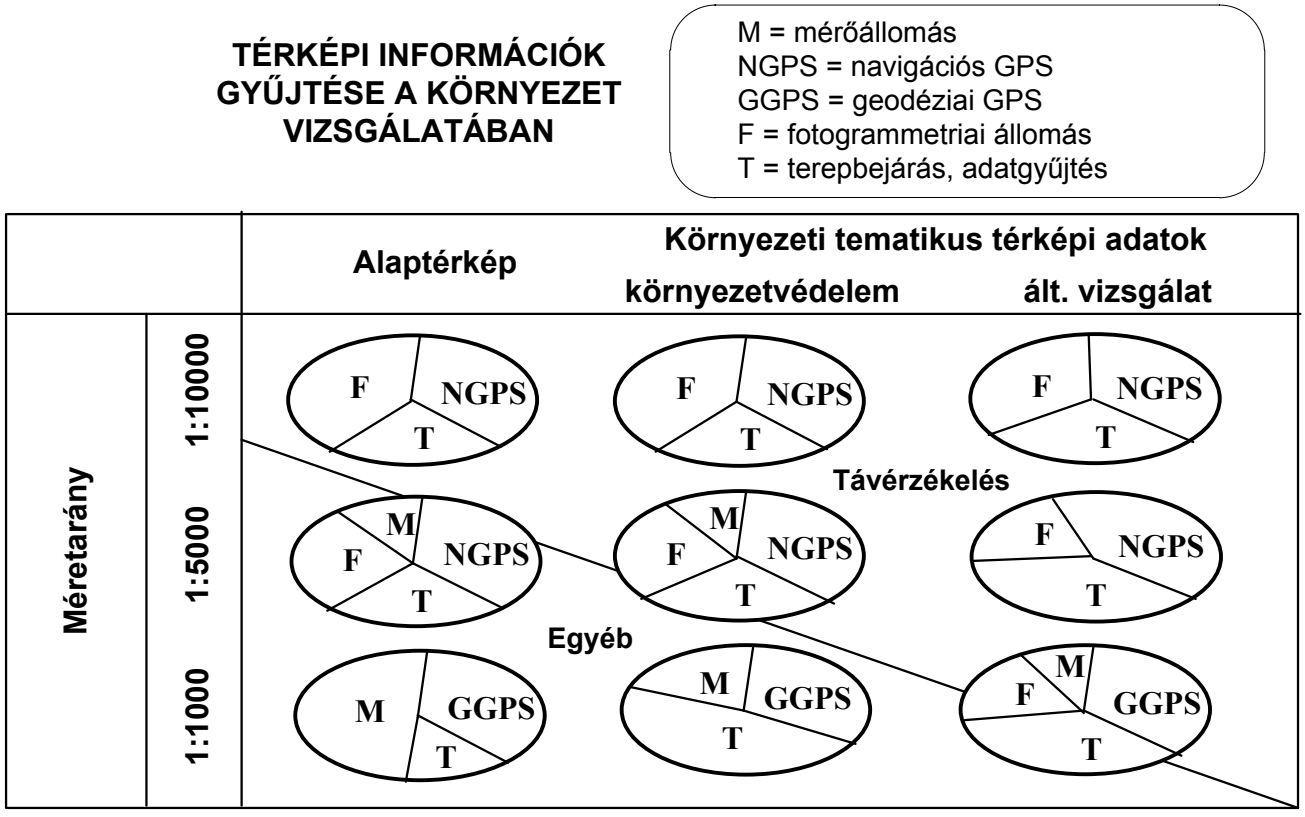
A térkép-digitalizálás másik fontos eszköze a térképek szkennelése. Nagytömegű térképi állomány feldolgozásakor előnye a digitalizálás gyorsasága, hátránya az alkalmazott szkenner esetleges geometriai pontatlansága, illetve a nagy felbontásigény. A szkennelés eredményeként a rajzi állományból raszteres állomány jön létre, amit második lépésben vektorizálni, illetve az előzőkhöz hasonlóan transzformálni kell. Ezután a vektoradatok topológiai leírását meg kell adni, hogy a térinformatikai rendszerben, mint attribútumokkal rendelkező objektumok szerepelhessenek. Meg kell jegyezni, hogy a raszteres állományok többszörös transzformációja, ami gyakran elkerülhetetlen, komoly információvesztést okozhat. Ezért a környezeti adatbázisoknál többször célszerűbb a raszteres állományokból első lépésben a szükséges információk vektoros formában való kinyerése (akár kézi felüldigitalizálással), majd második lépésben a pontos geometriai illesztés.

Az eleve digitális térképek felhasználása, gondolnánk, hogy sokkal kevesebb problémát jelent. Ugyanis ezek az adatok vektoros formában vannak tárolva, készen a beépítésre, "csak" geometriailag kell beilleszteni, és folytatódhat az adatfeltöltés. Azonban ezek a térképek ugyanúgy magukon hordozzák az elsődleges előállító konkrét céljait, elképzeléseit, mint a grafikus térképek. Itt is a méretarány az elsődleges tartalmi meghatározó. Ha a térkép készítője egészen más méretarányban gondolkodott, akkor probléma lehet a felbontás hiányosságai mellett a geometriai illesztéssel is. Számítástechnikai szempontból mégis a legtöbb átalakítást a topológiai különbségek igénylik. Például a korábbi kataszteri térképek vonalas felépítése csak sok javítással, kiegészítéssel alakítható át a környezetvizsgálatban megkívánt felületi topológiává. Ezek a kérdések a digitális állományok átvételét szintén munkaigényes műveletté tehetik. Megjegyzendő az a tény is, hogy a különböző térinformatikai vagy CAD környezetben előállított digitális adatok átvételének van még egy objektív jellegű korlátja is. Ez a formátum. Az egyik rendszerben elkészített anyagot saját rendszerünkbe valamilyen transzformációs programmal tudjuk átkonvertálni. Ezzel nem is lenne baj, hiszen már korábban kialakították azokat a szabványokat, melyek megkönnyítik ezt a konverziót. Azonban az elmúlt időszak tendenciája az, hogy az egyre fejlettebb szoftverek annyi

speciális elemet tartalmaznak a munka megkönnyítése érdekében, hogy ezek a szabványok sem működnek minden körülmények között. Illetve legtöbbször csak a grafikus információk átviteléről lehet hiánytalanul szó.

A terepi geometriai adatgyűjtés környezeti térképek kiegészítéséhez:

A térképek felhasználhatóságát alapvetően meghatározzák azok a körülmények, hogy milyen paraméterek szerint készítették őket. Ezek közül főleg a készítés időpontja a meghatározó, hiszen a régebben készült térképeket fel kell újítani. Mivel napjainkban egyre gyakoribb a terepi bejárás, problémafeltárás során párhuzamosan végzett tematikus térképezés, környezeti adatrögzítés, így a térképfelújítás is ezzel párhuzamosan történhet. A továbbiakban ezért röviden át kell tekinteni azokat a módszereket, melyek segítségével ezek az új, kiegészítő geometriai információk bekerülhetnek a térinformatikai rendszerünkbe. Az említett adatrögzítési paraméterek a részletesség, pontosság, tartalom. A két első az eredeti adatgyűjtési méretaránnyal függ össze. A feldolgozandó terület nagysága határozza meg a felmérés méretarányát, hiszen ezek a munkálatok viszonylag sok időt és pénzt emésztenek fel. Egy kevésbé részletes és pontos (adott méretaránynak megfelelő) adatgyűjtés lényegesen olcsóbb és gyorsabb. Ezekhez a kritériumokhoz képest kell kiválasztani az adatrögzítés módját (részletesen lásd később), és nem szabad napi divatigényeket kielégíteni (2301. ábra).



2.3.- 1. ábra Térképi információk gyűjtése a környezet vizsgálatában

A terepi felmérések eszközeinek kiválasztásánál figyelembe kell venni a mérőeszköz pontosságát, gyorsaságát, valamint fizikai használhatóságának paramétereit. Az adatgyűjtési méretaránytól függő pontosság tekintetében legnagyobb pontossággal és megbízhatósággal a geodéziai mérőállomások rendelkeznek. Előnyük, hogy autonóm mérési elven működnek, hátrányuk, hogy kisebb (topográfiai) méretarányban nem gazdaságosak. Újabban ebben a kategóriában egyre inkább előtérbe kerülnek a geodéziai pontosságú GPS műszerek (pl. RTK). Előnyük a hatékonyság, hátrányuk a függés a háttér-rendszertől valamint korlátozott alkalmazhatóságuk (pl. erdős területeken), és nem utolsó sorban magas áruk. Ez utóbbi főleg a környezetvédelmi feladatoknál érdekes, hiszen itt gyakran erdős területen kell adatrögzítést végezni.

A topográfiai (1:10000) alapméretarányban történt adatgyűjtés esetében a pontossági és részletességi követelmények csökkennek. Ez esetben nagyon hasznos a navigációs GPS, hiszen segítségével gyors méréseket lehet elvégezni, és a növényzet is kisebb gondot okoz. Újabban elterjed a terepi számítógépekkel végzett adatrögzítés, ahol gyakorlatilag bármilyen bemérési eljárás (GPS, szalag, lépés, stb.) alkalmazásra kerülhet a meglévő térképi elemekhez való illesztés érdekében.

A környezeti vizsgálatokban felhasználható térképi információk:

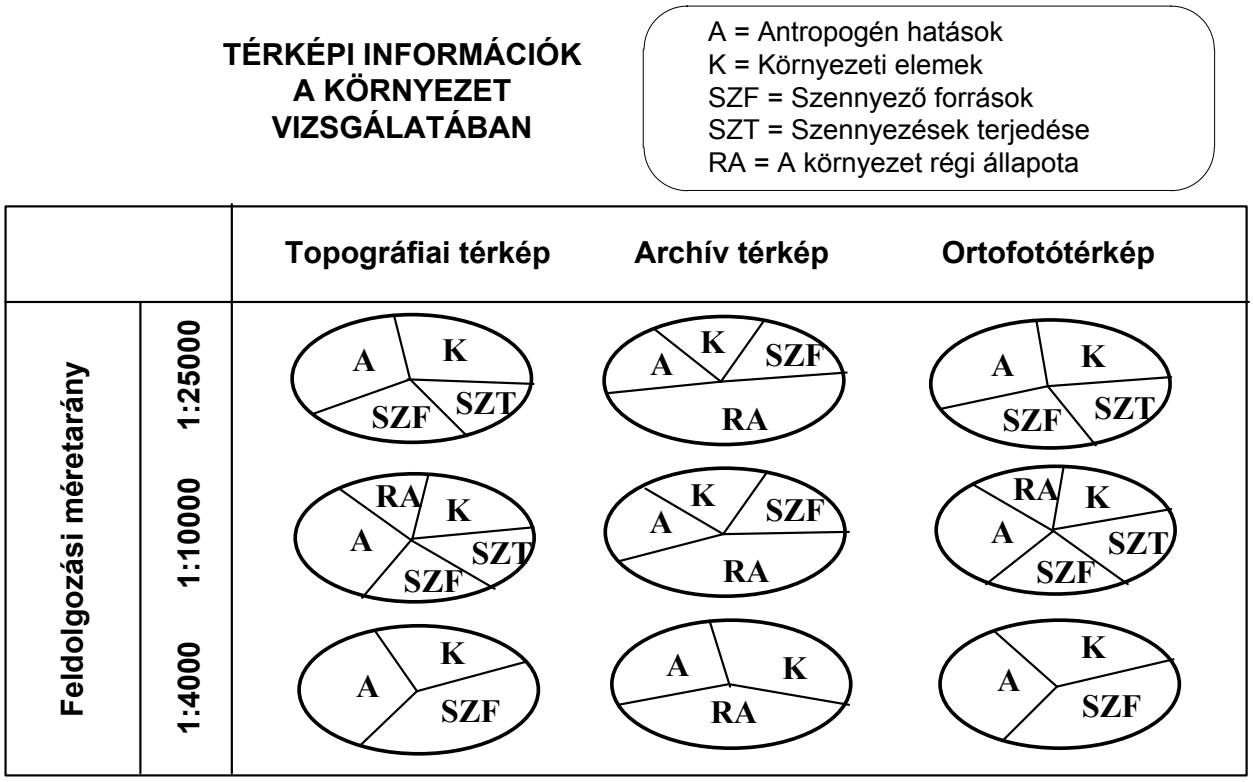
A környezet kutatásában felhasználható térképi adatok két nagy csoportba sorolhatók. Az egyik a különböző célokból készült tematikus térképek, a másik a geodéziai és topográfiai térképek. A tematikus térképek felhasználása egyértelmű. Amennyiben eleve valamilyen környezeti problémát feldolgozó térképről van szó, részben a geometriai illesztést, részben a szakadatok ellenőrzését kell elvégezni. A geometriai illesztés kérdését jelentősen egyszerűsíti, ha a felhasználandó térkép a mi alaprendszerünkben készült. Ekkor a méretarány-különbségből adódó szerkesztési feladatokat kell megoldani (főleg a generalizálásból eredő rajzi eltéréseket). Bővebben ez az alaki pontosságot (valódi és ábrázolt alak), a helyzeti pontosságot (felmérés, ábrázolás pontossága, szerkesztési megfontolások) érinti. Nagyobb a feladat, ha a térkép nem azonos vetületben, esetleg vetület nélkül készült. Nagyobb méretarányokban az egyszerű matematikai transzformációk nem segítenek, bonyolultabb átszerkesztési megoldásokra van szükség.

A topográfiai (1:10000, 1:25000) térképek nem csak geometriai alapként szolgálhatnak, hanem a bennük tárolt információ környezeti célokra közvetlenül is felhasználható (pl. növényzet, vizek, domborzat, tájsebek), ezért adataik feldolgozásáról külön szót kell ejteni. A topográfiai térképek alkalmazása két problémát vet fel, melyek szerencsére összefüggenek. Az egyik a szerzői jogok érvényesítése. A térképek közvetlen tartalommal való felhasználása e miatt természetesen tilos, illetve meghatározott pénzügyi kompenzációval jár együtt. A környezeti rendszerek egymásra épülése, az általában kívánatos adatintegráció maga után vonná a felhasználók láncolatának és a tulajdonosoknak szoros figyelemmel kísérését, ami az általános térkép felhasználási gyakorlatban nem következik be. Emiatt a topográfiai térképek információinak feldolgozásánál célszerű más utat követni. A másik megoldandó probléma nyújthatja (üzleti esetben is) a megoldást. A topográfiai térképek tartalma ugyanis közvetlenül nem illeszthető egy térinformatikai rendszerbe, hiszen az ott

tárolt objektumoktól elvárjuk, hogy attribútumokkal rendelkezzenek, és részt vegyenek az esetleges komplex elemzésekben. Ehhez azonban a képszerű térképet át kell alakítani felületi, vonalas és pontszerű objektumokká, ami általában felüldigitalizálással oldható meg. Így rendszerünkbe már egy irányítottan átdolgozott anyag kerül, ami a felhasználhatóságot növeli, és megoldja az első kérdést is.

Röviden tekintsük át részletesebben a felhasználható környezeti információkat. A legfontosabb, hogy ezek az anyagok a kataszteri térképekkel ellentétben igazából a bennünket körbevevő valóságot ábrázolják (2302. ábra). Térképezhető belőlük az ember alkotta környezet, az antropogén hatások. Felismerhetők a felszínben geometriai változásokat okozó tájsebek (bányák, hányók, stb.), a közlekedési, kereskedelmi, ipari objektumok. A következő nagy csoport a növényzet. A kinyerhető információk kiterjednek a fajtára, az aktuális magasságra, a növényzet sűrűségére. Jól lehatárolhatók a mocsarak, ökológiai folyosók, tehát a jelenben egyre fontosabbá váló környezeti elemek. Meg kell említeni a topográfiai térképek egyedülálló tulajdonságát, a terep magassági ábrázolását is (bővebben a következő fejezetben).

A környezetvizsgálat minden esetben szükségessé teszi a felhasznált topográfiai térképek tartalmának felújítását (aktualizálását), hiszen a térkép készítésének időpontja sokszor hosszú évekkel megelőzi a felhasználást. Ezt a felújítást témánkban leggyorsabban, elegendő pontossággal légifelvételek segítségével oldhatjuk meg. a nagy előny ebben az esetben az, hogy a légifelvételek, amellett, hogy fontos geometriai adatokat szolgáltatnak, egyúttal már speciális információkkal is elláthatnak bennünket (pl. növényzet-vitalitás, közlekedési terhelés, stb.).



2.3.- 2. ábra Térképi információk a környezet vizsgálatában

Külön kell áttekinteni az archív térképekből kinyerhető információkat. Ezek mind geometriájuk, mind tartalmuk szerkezetében jelentősen eltérnek az eddig tárgyaltaktól (2302. ábra). A korábban említett geometriai kérdések (transzformáció, homogenitás) itt fokozottan jelentkeznek. A legkorábbi, az egész országra kiterjedő térképmű az úgynevezett "első katonai felmérés" még vetület nélküli rendszerben készült, a helyi torzulások mértéke is jelentős. Az újabb térképeknél ez egyre kevésbé jelentkezik, de még a XX. század elején készülteknél is a maradék hibák nagyobbak, mint az elfogadható 1:10000 méretarányú térképi hibahatár. Továbbá arra is figyelemmel kell lenni., hogy egy térinformatikai rendszerben a térképazonos elemeknek nem csak hibahatáron belül, hanem abszolút mértékben is illeszkedni kell. Ezt csak a korábban említett többszörös transzformációkkal és átszerkesztésekkel érhetjük el.

A régi térképek információi nagyon sok fontos adatot tartalmaznak számunkra. A "katonai felmérések" kiemeltem tartalmazzák a települések mellett az erdőket, mocsarakat, vizeket, tehát azokat az elemeket, amelyeknek nagy szerepe van a környezet vizsgálatában. Ezen információk egy része közvetlenül értelmezhető és kinyerhető, azonban szembe találjuk magunkat több esetben a jelkulcsolás kérdésével. Ha nem ismerjük pontosan az abban a korban használatos jelkulcsot, tévedhetünk, vagy csak nagy általánosságban lesz a kiértékelésünk elfogadható (pl. rét, legelő). Alapvető fontosságú tehát, hogy az archív térképek geometriai tulajdonságai mellett tisztában legyünk a tartalom-leírás szerkezetével, tulajdonságaival.

A térképeknek van egy olyan ága, amelyik már napjainkban is részben megváltoztatta a térképi adatok és a tematikus adatok kinyerésének módszereit, és ötvözi mindkét információtípus kiértékelését. Ez az ortofotó, ami egy topográfiai térképrendszerbe betranszformált, a magassági torzulásoktól mentes, térképként használható (digitális vagy papír alapú) fénykép. Az ortofotók megjelenése a környezeti folyamatok vizsgálatában új lehetőségeket adott a környezeti jelenségek, objektumok értelmezéséhez. Ennek legfőbb oka az, hogy a kiértékelő előtt nem csak egy tartalmilag is generalizált térkép jelenik meg (ami lehet előny is), hanem a vizsgált terület felszíni képe, mindazzal az ismeretanyaggal, amelyek nagyban segítik a problémák megoldását. Ehhez járul még az is, hogy ortofotó esetében a megjelenítés méretaránya ugyan szűkebb határok között (elsősorban a kép felbontása határozza meg), de változtatható. Így elérhető egy optimális állapot a felszíni objektumok felismerésére, értelmezésére.

Azokat az alapvető kérdéseket, hogy valamilyen objektum hol helyezkedik el, mekkora, illetve milyen alakú, általában a képi geometriából, a szerkezetből és a tónuskülönbségekből válaszolhatjuk meg. Ezért egy ortofotó jelentősége nagyon nagy a geometriai információk kiértékelése esetében. Mivel általában friss képanyagból készülnek, a napra-készség elvárható tőlük, így (a csak évtizedek alatt felújított topográfiai alaptérképek használatával szemben) nem érhet bennünket nagy meglepetés a terep vizsgálatánál, amennyiben interpretációs gyakorlattal rendelkezünk. Természetesen a képek csak a valós környezeti, műszaki állapotot tükrözik, a jogi helyzet tisztázására továbbra is a kataszteri alaptérképeket kell alkalmazni. A digitális ortofotók viszonylag könnyen beépíthetők egy térinformatikai adatbázisba. A környezetvédelemben nagy szerepe van a növényzet állapotának, ez szintén közvetlenül vizsgálható segítségükkel. A pontos, gyors növényzet-térképezés legkönnyebben a légifotók alapján készült ortofotókból lehetséges.

Ehhez, és általában az ortofotók értelmezéséhez hozzátartozik az, hogy természetesen a kiértékelt jelenségeket, objektumokat a terepen, helyszínen ellenőrizni kell, akár szúrópróba szerinti terepbejárással.

A térképek alkalmazásáról szóló fejezet végén meg kell említeni a környezeti rendszerek speciális igényeit a méretarányokkal kapcsolatban. Mivel a vizsgált területek feldolgozhatósági szintje változik annak függvényében, hogy külterületről, belterületről, faluról, városról van-e szó, ez gyakran megjelenik a tematikus tartalomban, de szinte mindig a helyileg alkalmazott méretarányban. Ennek nem csak az az oka, hogy esetleg zavaró lehet a nagy területeken a kevés adat, hanem az adatbázis elkészítésének idejét, költségeit is befolyásolja. Hiszen egy külterületen elegendő általában az 1:10000 méretarány, belterületi ipartelep esetében azonban gyakran épület-szintig kell adatot gyűjteni és ábrázolni. Emiatt többször előfordul, hogy a kiválasztott alapméretarányba (általában 1:10000) be kell ágyazni nagyobb méretarányú (és részletességű) térképeket, információkat. Ezt a folyamatot területi lépcsőzésnek nevezzük.

2.3.2. A domborzat, mint a környezeti kutatások egyik alapja:

A környezeti folyamatok megértésének egyik alapja a domborzati elemek vizsgálata. Minden e témában fontos jelenség, objektum a térben helyezkedik el, illetve térben játszódik le. Emiatt a terep magassági viszonyait be kell építeni az elemzések folyamatába, vagy esetleg csak megjeleníteni (3D-ben), hogy a későbbi feldolgozásokat támogassa. Mivel a jelenleg használatos térinformatikai szoftverek a többi adattól elkülönítve kezelik, és a magassági információk gyűjtése is eltér a többitől, mi is külön tárgyaljuk.

A domborzati adatok gyűjtése, felhasználása a többi adathoz hasonlóan szintén erősen függ a megkívánt (adatgyűjtési) méretaránytól, az elvégzendő feladatoktól, a ráfordítható költségektől. Ezek alapján csoportosíthatjuk a különböző adatforrásokat. Először az általában használt topográfiai méretarányokat tárgyaljuk. Az ebben a kategóriában használható adatok legfontosabb jellemzője, hogy általában rendelkezésre állnak (másodlagos adatok) vagy papíralapú, vagy digitális formában. Ha papíralapú az adatforrás, akkor a korábban ismertetett digitalizáló eljárásokkal alakíthatjuk át őket. A vektoros állományt vagy kézi digitalizáló asztalon, vagy szkennelés után automatikusan vagy manuális felüldigitalizálással hozhatjuk létre. Sajnos az automatikus vektorizáló módszerek csak korlátozottan alkalmazhatók, mivel a térképek jelkulcsi elemei, a vonalmegszakítások, a megírások sok olyan problémát felvetnek, hogy mindenképpen manuális javításokra is szükség van. Tehát, amennyiben csak kisebb területek (néhány 1:10000 méretarányú szelvény) magassági adataira van szükségünk, akkor még jelenleg is javasolható a kézi digitalizálás.

Amennyiben eleve digitális forrásunk van, az előkészítő fázistól megmenekülünk. Itt azonban fokozottan jelentkezik a vásárolt modell részletességének, pontosságának kérdése. Arra kell vigyázni, hogy a közepes méretarányú (pl. 1:50000) adatokból levezetett digitális szintvonalrajzok részletessége és pontossága nem mindig felel meg egy település környezeti vizsgálatának támogatására, sőt több esetben (pl. vízborítottság, stb.) még a beszerezhető

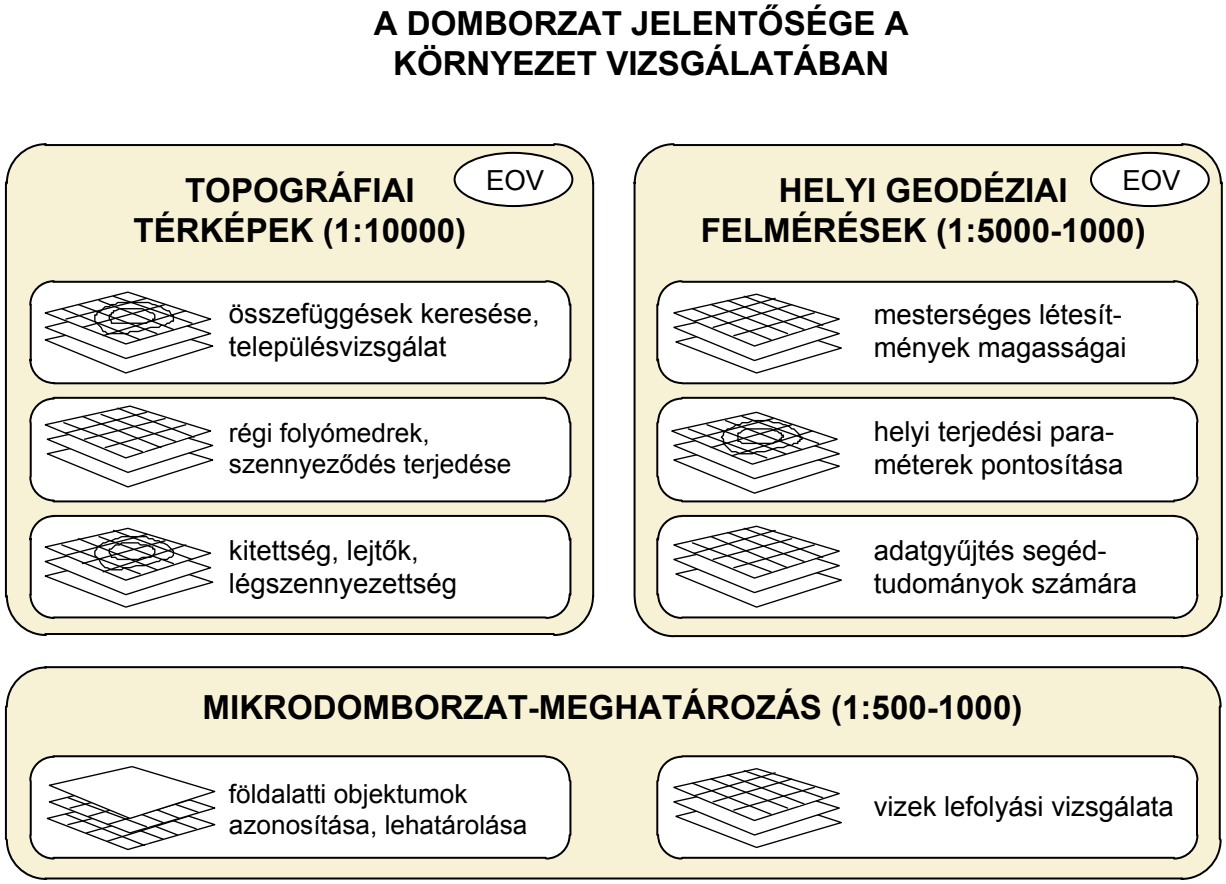
legnagyobb méretarány (1:10000) sem elég pontos minden részletében (főleg nyergek, hátak esetében).

Nagyon fontos kérdés a domborzat felhasználási lehetőségeinek áttekintése (2303. ábra). Nem minden, a környezetvizsgálatban használt méretarányban alkalmasak a különféle alapanyagok. Három nagy csoportot célszerű megkülönböztetni. Az általános környezeti folyamatok leírásának támogatására használhatók a topográfiai térképek magassági adatai. A települési környezetállapot részletesebb vizsgálata már megköveteli a nagyobb felbontású magassági anyagokat, míg vannak speciális vizsgálatok (pl. árvizek), ahol egyenesen a mikrodomborzat megfigyelése szükséges. Ugyanígy a domborzati adatok terepi meghatározása szintén ezen elvek szerint csoportosítható (2304. ábra).

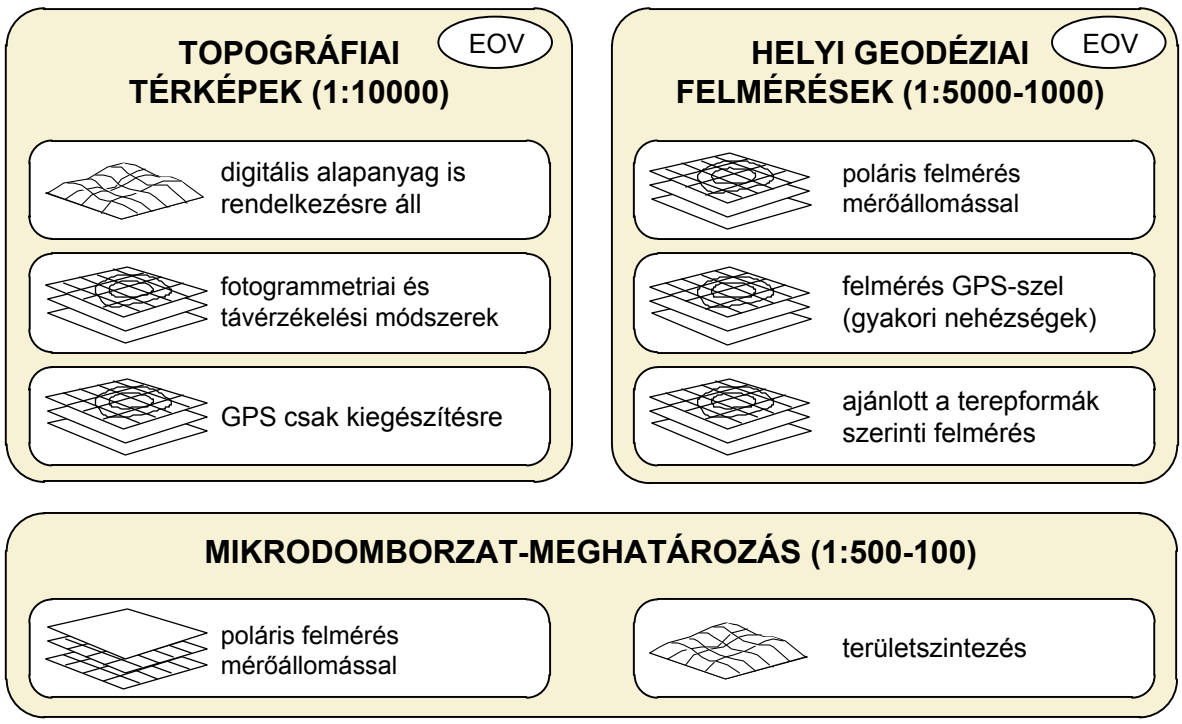
A térképészetben, de a környezeti adatbázisok esetében fokozottan jelentkezik az a kérdés, hogy tulajdonképpen milyen magassági információk segítségével szeretnénk feladatainkat megoldani. A topográfiai térképezés magassági információját az úgynevezett DDM (digitális domborzatmodell) hordozza, amely a terep magassági viszonyait tartalmazza. Ez a legegyszerűbb és a legelterjedtebb modellezés. Ha valamilyen okból a terep magasságai együtt szerepelnek a rajta lévő összes objektum magasságaival, akár a felmérési módszer kiválasztása miatt, akkor DFM (digitális felületmodell) jön létre, ami szintén fontos lehet környezeti szempontból (pl. légszennyeződés vizsgálata, lefolyási kutatások, stb.). Végül, ha a magassági viszonyokat szintvonalakkal rögzítjük (DSZM), akkor konkrét magasságokkal ellátott, a számításokra alkalmas digitális szintvonalmodellről beszélünk. Ez utóbbi jelenleg a legelterjedtebb, hiszen a szintvonalak digitalizálásával eredendően ennek alapjai jönnek létre.

A szintvonalrajzokból gyakorlatilag minden esetben DDM vezethető le, ezért röviden áttekintjük a domborzatmodellek előállítását, feldolgozási folyamatát. Definíció szerint a DDM a terep domborzati jellegéről gyűjtött olyan magassági adatok számszerű, rendezett halmaza, melyekből különböző függvények, számítások (interpolációs eljárások) segítségével további magassági információk vezethetők le.

A DDM adatszerkezete már felépítésében is eltérő. Legegyszerűbb struktúra az úgynevezett négyszögrács (GRID), amelynél a magassági adatok a rács sarokpontjaiban vannak tárolva. Mivel a rács geometriai rendszere adott, ezért a GRID-rendszerű adatok tárolása, kezelése egyszerű. Hátránya a négyszöghálózat terephez való idomulásának gyakran nem elegendő mértéke. Ezen javít a háromszögrács-szerkezet (TIN). Itt a magasságok a háromszögek csúcspontjaihoz vannak rendelve. Előnye a módszernek, hogy figyelembe veszi a mért jellegzetes pontok helyzetét, sűrűségét, hátránya a bonyolultabb számítási módszer. Végül beszélhetünk még raszteres adatszerkezetről is, ahol minden pixelhez egy magassági adat tartozik. A képszerkezet egy könnyen kezelhető rendszer, alkalmazása főleg eleve képi alapú adatbázisoknál előnyös.



2.3.- 3. ábra A domborzat jelentősége a környezet vizsgálatában



2.3.- 4. ábra A domborzat felmérése a környezet vizsgálatában

A modellezés módszere ezek után közelítő interpolációs függvények alkalmazása, hiszen a terep magassági viszonyai matematikailag nem írhatók le. Ehhez járul még az is, hogy a terep magassági felmérésénél nem csak szintvonalakat, hanem idomvonalakat, törésvonalakat is felmérünk. Ezeknek a szerkezeti elemeknek a bevitele az interpolációs eljárásba lényegesen megnövelheti a ráfordítási időt és a költségeket.

Végül a feldolgozás után a megjelenítés az adott követelményeknek megfelelően történhet. Lehetséges a szintvonalas, színezéses és árnyékolásos megjelenítés. A környezeti adatbázisokban leggyakrabban az előállított felület-árnyékolással erősített 3D-s megjelenítését alkalmazzák, hiszen a fő megjelenítendő környezeti elemek színezettek, átszínezésük rontaná a használhatóságot.

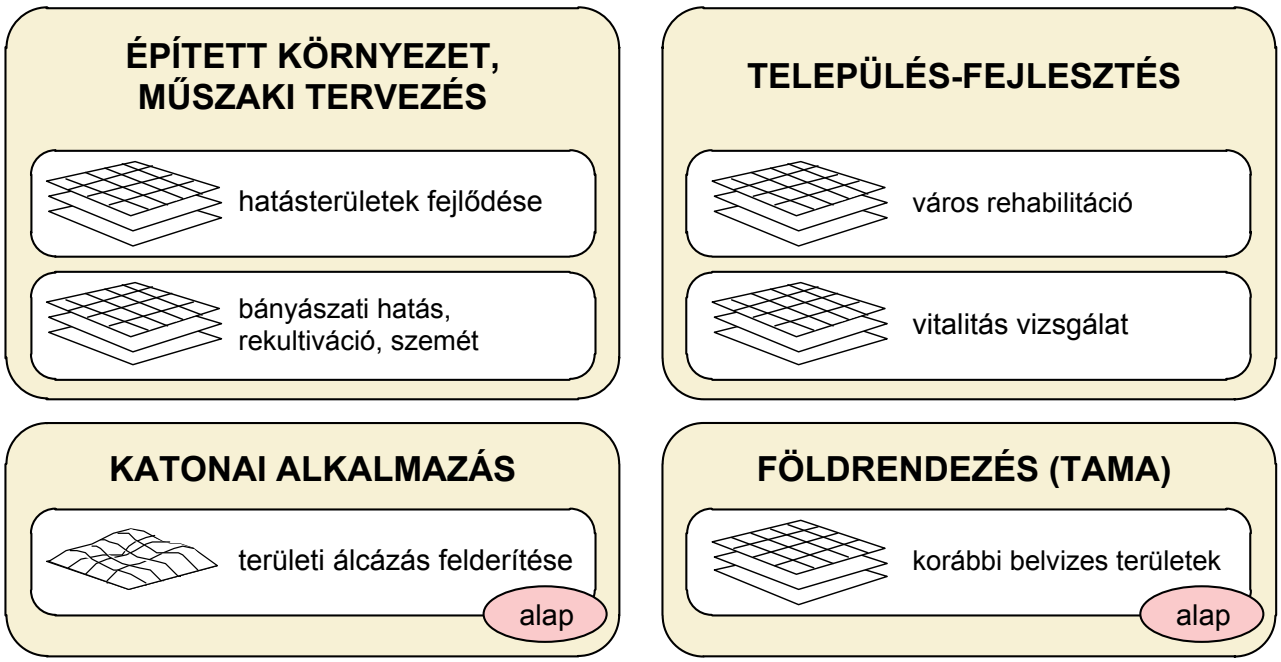
2.3.3. A környezetrekonstrukció, mint speciális adatnyerési eszköz:

A környezeti jellegű információk (akár környezetvédelmi, akár egyéb célú információgyűjtésnél) közvetlen meghatározása mellett nagyon fontos az időbeli adatgyűjtés lehetőségeinek integrált felhasználása (térinformatikai módszerek alkalmazásával) rekonstrukciós célokból. Az alábbiakban áttekintjük a rekonstrukció esetünkben legfontosabb típusánál, a környezetrekonstrukciónál alkalmazható eljárásokat. Ennek azért van e fejezetben létjogosultsága, mert alapadatai leggyakrabban térképi és távérzékelési forrásokból nyerhetők ki.

A környezetrekonstrukció célja többféle lehet (2305, 2306. ábrák). Először is, mivel a múlt körülményeinek ismerete nélkül gyakorlatilag semmi, a témánkba tartozó vizsgálat sem nagyon lehetséges, korábbi környezeti állapotok kutatása fontos feladat és cél. Másodszor, gyakran önmagában is szükséges a korábbi környezet meghatározása (pl. régi árvizek lefolyása, ökológiai folyosók kialakulása). E mellett mindig felmerül a kérdés, hogy minden térképhez kapcsolódó feladat megoldása, így a rekonstrukció is, milyen geometriai környezetben oldandó meg. Ehhez kapcsolódóan megállapítható, hogy a helyi jellegű, néhány tucat négyzetkilométer területet felölelő munkák felbontása és alapméretaránya célszerűen az EOV 1:10000 méretarányú topográfiai alaptérkép. Ezt célszerűségi (rendelkezésre áll az egész ország területét felölelő térképsorozat), és törvényi előírások indokolják.

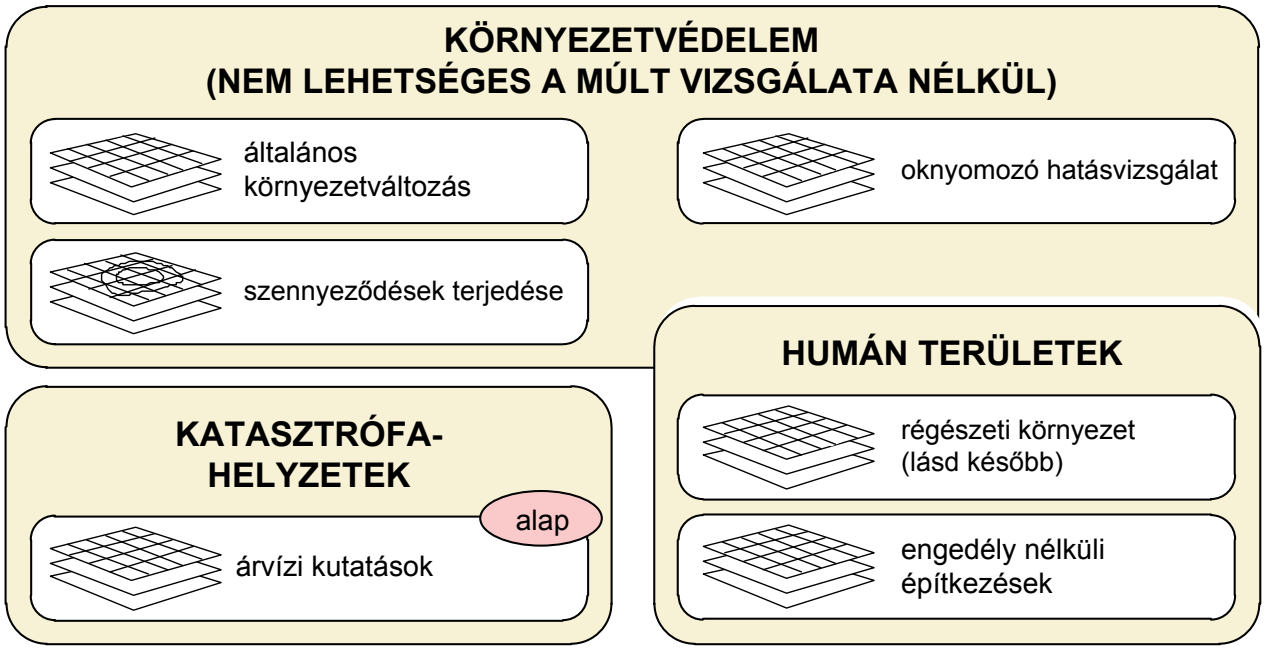
Ehhez kapcsolódóan tekintsük át a környezetrekonstrukció lehetséges térképi alapjait, információforrásait (2307. ábra). Alapadatként legfontosabb források a modern geodéziai, topográfiai anyagok. Mint szó volt róla, alap általában az 1:10000 topográfiai térkép. Ez a térinformatikai adatrendszer alaptérképeként szolgál, de más szempontból is fontos forrásként szolgál. Akár EOV, akár korábbi sztereografikus térkép (ezek több mikrodomborzati információval szolgálnak) a forrásunk, a szintvonalas magassági információk minden további vizsgálat magassági alapját képezik, hiszen ilyen méretarányokban a domborzat kevés változást szenved az idők folyásával, és így állandó, fix adatként kezelhetők. Természetesen, a drasztikus változások (pl. bányák nyitása) egyéb módokon könnyen felderíthetők, és a változások rögzíthetők. Így a vizsgálatok magassági modellje (ami hatással van pl. akár a korábbi mocsarak határvonalainak pontosítására is) fontos szerepet tölt be, és viszonylag egyszerűen előállítható.

A KÖRNYEZET-REKONSTRUKCIÓ MŰSZAKI ALKALMAZÁSAI



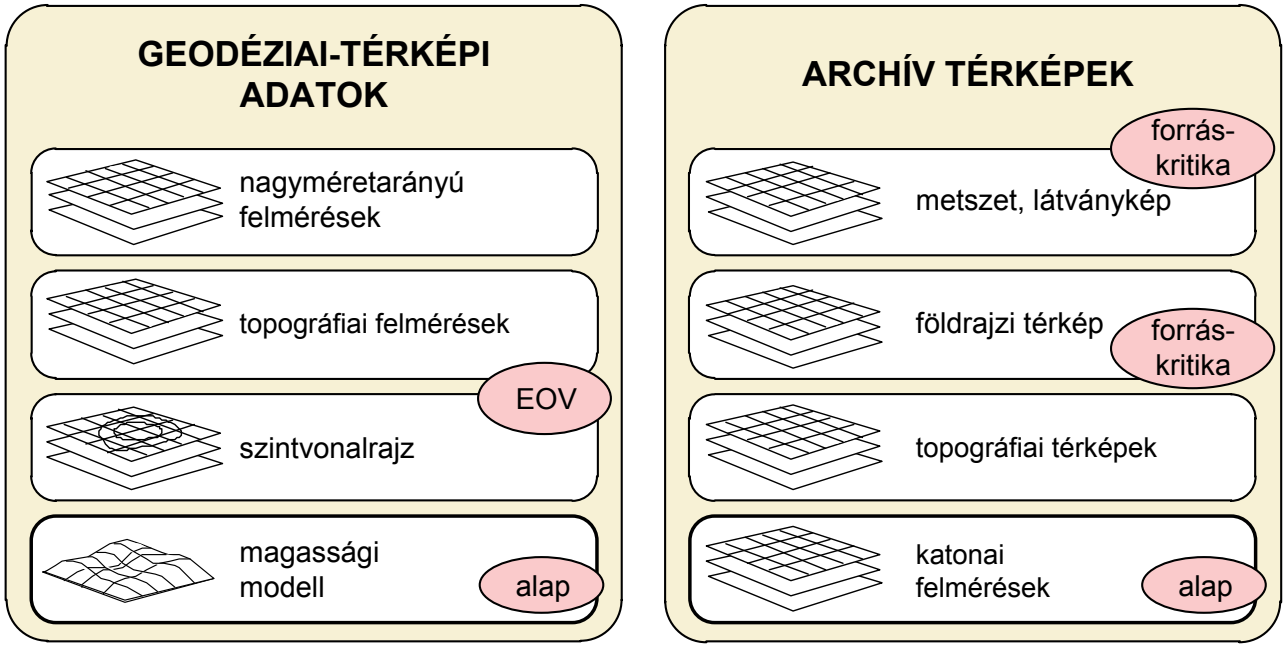
2.3.- 5. ábra A környezet-rekonstrukció műszaki alkalmazásai

A KÖRNYEZET-REKONSTRUKCIÓ KÖRNYEZET- VIZSGÁLATI ALKALMAZÁSAI



2.3.- 6. ábra A környezet-rekonstrukció környezet-vizsgálati alkalmazásai

A KÖRNYEZET-REKONSTRUKCIÓ TÉRKÉPI ALAPJAI



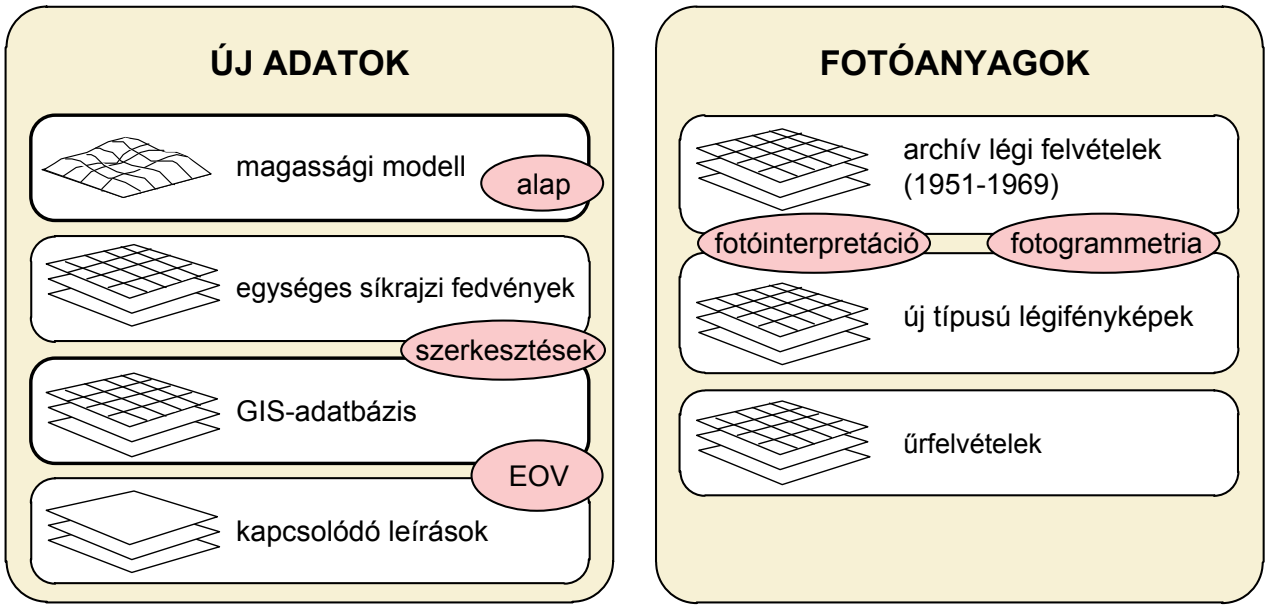
2.3.- 7. ábra A környezet-rekonstrukció térképi alapjai

A környezetrekonstrukció pontos meghatározását segítik még a nagy számban fellelhető és rendelkezésre álló geodéziai, nagyméretarányú felmérések, alaptérképek, amelyek főként az utóbbi száz év rekonstrukciós munkáinál játszanak szerepet, illetve a korábbiak pontosításánál.

A rekonstrukció időbeli alapadatainak jelentős részét az archív térképek jelentik. Az utóbbi 250 év távlatából vagyunk képesek segítségükkel információkat gyűjteni. Az úgynevezett katonai felmérések adataikban pontos, részletes információit megfontolt geometriai feldolgozás után hasznosíthatjuk. Sok esetben ezek felhasználása önmagában elégséges a kívánt idősorok, vagy egy konkrét környezet meghatározásához. Az alkalmazott jelkulcs értelmezésében lehetnek problémák, ebben jelentős segítséget nyújthatnak a később bemutatott légifényképek. Más a helyzet az egyéb térképi forrásokkal. Itt feltétlenül erős geometriai forráskritikával kell élni, adataikat összehasonlítani a katonai felmérésekkel, fotóinterpretációs eredményekkel.

A környezetrekonstrukció második nagy adatforrás-csoportja a különböző célból készült légifotó-sorozatok (2308. ábra). Az új típusú, napjainkban készült felvételek sok információt adhatnak a múlt körülményeiről is. A talajnedvességre, vízjárásokra utaló jelek (elszíneződések, szerkezeti összefüggések) jó lehetőségeket adnak a korábbi, ma már eltüntetett környezet egyes elemeinek felismerésére, és ami talán még fontosabb, pontos feltérképezésére (ami alapja lehet a más anyagokból kapott információk transzformálásának). Ugyanígy, a növényzet szerkezetében megfigyelt speciális jelenségek (pl. idegen növényzet megjelenése), a növényfedettség változása korábbi környezet-állapotok meghatározását jelenthetik.

A KÖRNYEZET-REKONSTRUKCIÓ EGYÉB ALAPADATAI



2.3.- 8. ábra A környezet-rekonstrukció egyéb alapadatai

Az űrfelvételek inkább nagy területi összefüggések vizsgálatánál használhatók, akkor, amikor táj méretű térségek változásaira utaló jeleket kutatunk. Itt főleg a földhasználati váltások, határvonalak jelenthetnek kiinduló adatokat, de az ilyen anyagok szerepe mindenképpen csak kiegészítő lehet.

Az archív légianyagok részben konkrét eredményeket szolgáltathatnak (amennyiben a vizsgált időszakban készültek a felvételek). A kisebb nehézség abban jelentkezik, hogy a fotóinterpretáció eredményét természetesen nem lehet terepbejárással ellenőrizni, és így néhány objektum, jelenség értelmezhetetlen marad. Nagy előnyük van azonban a korábbi időpontok kutatásánál azért, mert gyakran a tagosítások, meliorációk előtti állapotot ábrázolják. Így sokkal könnyebben juthatunk korábbi vízmosások, folyómedrek nyomaira, sőt esetleges korábbi mezőgazdasági művelés hatása is értékelhető. Ugyanígy fontos forrás a régészeti jellegű jelek felhasználása pl. településhatárok meghatározásánál.

Miután feldolgoztuk az alapanyagokat (itt már mindenképpen térinformatikai jellegű környezetben), a környezetrekonstrukció következő lépése az egységes tematikus térképrendszer létrehozása. Ez azt jelenti, hogy ugyanolyan jelkulccsal, egybevágó geometriával, ugyanolyan topológiával kell a jelen állapot, és a korábbi állapot térképeit elkészíteni. A geometriai nehézségek miatt a megoldás majdnem minden esetben az alaptérképből fokozatosan levezetve történő térképszerkesztés (a nagyon régi állapot és a mai állapot közötti kevés geometriai kapcsolat miatt). Ehhez járul a magassági modell segítségével történő speciális szerkesztések, korrekciók megvalósítása, ami végén előáll a rekonstrukció fizikai modellje a GIS adatbázisban. Amennyiben a vizsgált időszakra vonatkozó leírások, egyéb információk is rendelkezésünkre állnak, ezek elemzése, bedolgozása után megkapjuk a teljes és végleges környezetrekonstrukciót.

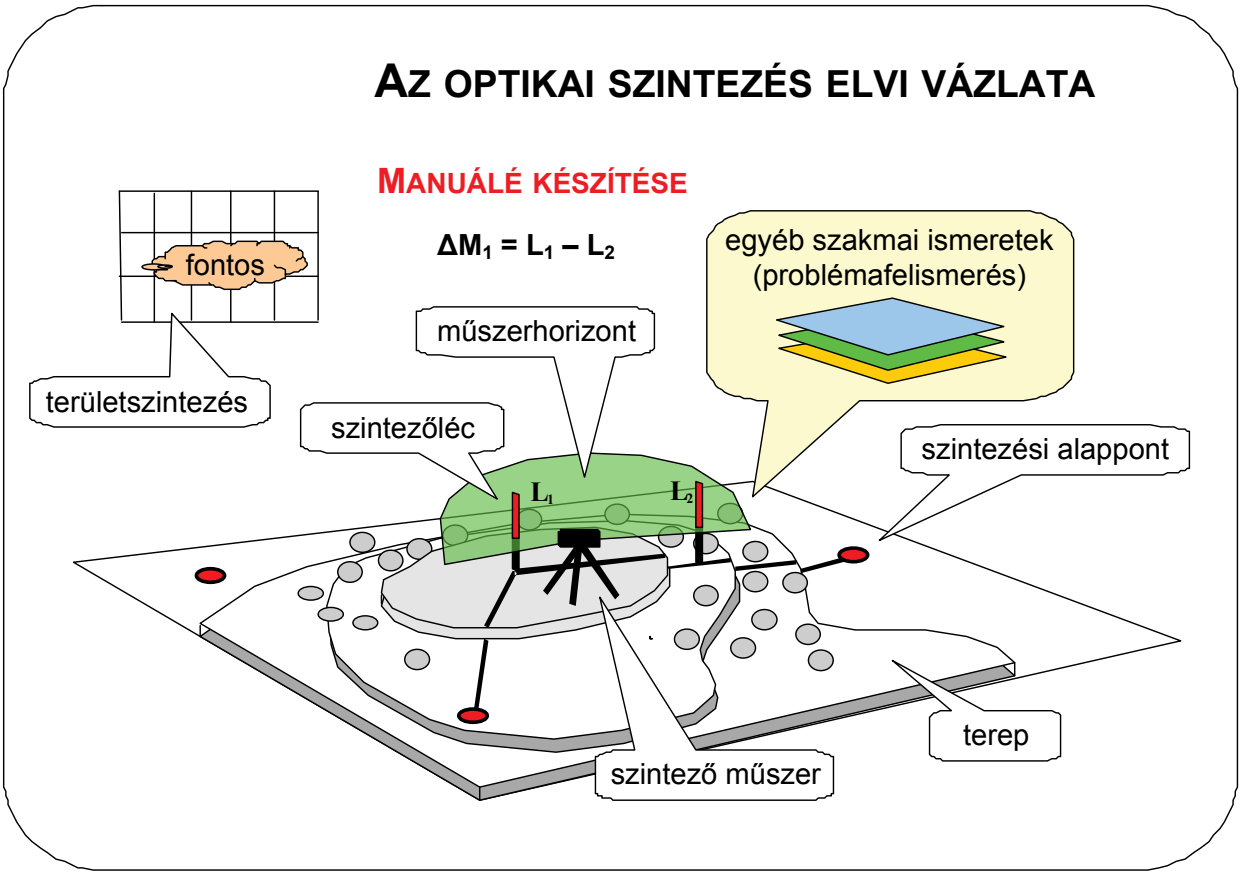
2.3.4. Geodéziai felmérési módszerek, a környezeti adatnyerés kiegészítői:

Mind a nagypontosságú, valamilyen egységes geometriai rendszerben való felmérés, mind a korábban említett távérzékelési eljárások eredményeinek hasonló egységes geometriai integrációját megvalósító módszerek nagy része a geodézia tudományterületébe tartozik. A geodézia a Föld alak-meghatározásával, felszínének, objektumainak felmérésével foglalkozó, a geometria és matematika alapján álló tudomány. Adatszolgáltatási jellegű, tehát a különböző egyéb szakterületek számára hoz létre információkat, természetesen a hozzá szorosan kapcsolódó földhivatali adatszolgáltatás mellett. Az egzakt matematikai és geometriai alapokon nyugvó módszereket az a tény bonyolítja, hogy a térben (az egész Földet tekintve kvázi gömbfelületen) elhelyezkedő objektumokat azok síkvetületén kell meghatározni (illetve térinformatikai rendszerben ábrázolni). Emiatt minden esetben létre kell hozni a geodézia segítségével egy egységes vetületi és koordinátarendszert, hogy bármilyen információ (környezeti elem, szennyezési terület, stb.), amely felmérésre kerül, egymással összehasonlítható, vizsgálható legyen. A környezetvédelmi munkáknál, főleg nagyobb méretarányok, illetve kiegészítő mérések esetén a legfontosabb geometriai adatrögzítő módszer a geodézia, közepes méretarányokban pedig egyenesen a geodézia legújabb lehetőségeinek van nagy keletje. Ezért röviden áttekintjük az alkalmazási elveket.

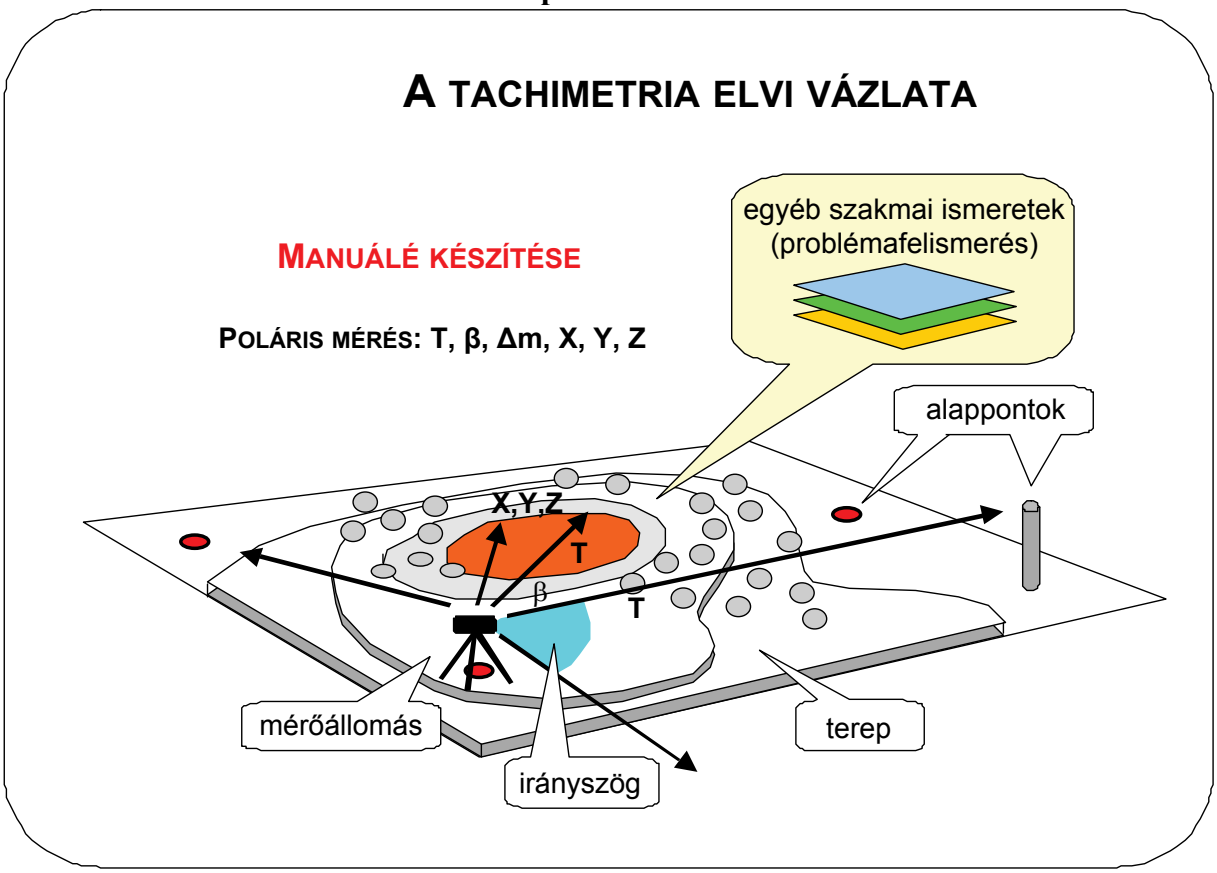
A geodéziának alkalmazási lehetőségei szerint három nagy csoportja lehetséges. Az első, amivel általában (jelen keretek között) nem kerülünk kapcsolatba, a felsőgeodézia. Ez a tudományterület a földalak, az országos alaprendszerek meghatározásával foglalkozik. A környezeti elemek nagy méretarányú felmérésével szoros összefüggésben van a második nagy csoport, a felmérések, ipari jellegű geodézia. Ennek legfontosabb jellemzője az egyes objektumok pontjainak nagypontosságú (esetenként cm nagyságrendű) bemérése, az országos alaprendszerben koordinátáinak meghatározása. Végül a harmadik csoport a topográfia, amelyik a földfelszín alakzatainak meghatározásával foglalkozik, szintén elsődlegesen koordináta-meghatározással. Ilyen módszerekkel történik például a környezeti adatrögzítés jó része.

Maga a mérési, meghatározási eljárásnak több, a pontosságot, felhasználhatóságot befolyásoló módszere van. A legegyszerűbb a szintezés, amely esetben folyamatosan kitűzve a helyi vízszintest, nagy pontossággal meghatározható a legkisebb (esetleg cm-nél kisebb) terepi magasságkülönbség is (2309. ábra). A szögmérésen és távmérésen alapuló műszerekkel (mérőállomásokkal) három-dimenziós koordináták kaphatók, igaz, hogy magasságilag a szintezésnél kisebb pontossággal (2310. ábra). Ez a bonyolult, fedett részletek legjobb, leggyorsabb felmérési eljárása. Végül a gyors adat-meghatározást segíti a műholdas navigáción (GPS) alapuló eljárás (2311. ábra). A GPS-módszerek két eljárása alkalmazható esetünkben. Amennyiben kisebb pontosság szükséges (pl. szennyezőforrások lokalizálása), akkor navigációs műszerek használata indokolt. Ennek pontossága elérheti a néhány métert. A nagypontosságú információgyűjtéshez geodéziai vevők szükségesek, ezekkel (nem mindig és mindenhol) elérhető akár a néhány mm-es pontosság is. Nem mindegy, hogy a fent említett módszerek közül mikor melyiket használjuk.

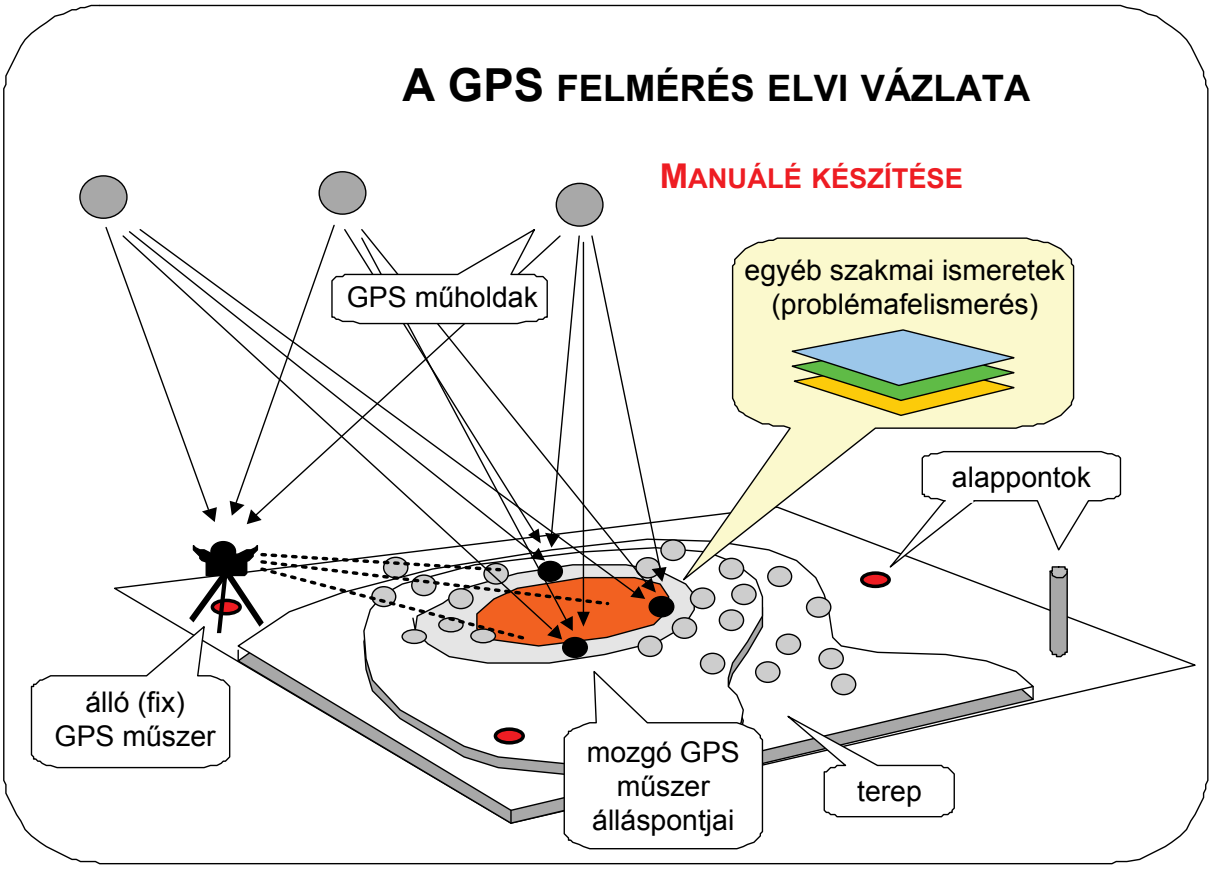
Ugyanis a mérési eljárás pontossága, a teljesítőképesség, a költségek és a feladatok között bonyolult összefüggések állnak fel.



2.3.- 9. ábra Az optikai szintezés elvi vázlata



2.3.- 10. ábra A tachimetria elvi vázlata



2.3.- 11. ábra A GPS felmérés elvi vázlata

2.4. ADATBÁNYÁSZATI MÓDSZEREK

Az adatbányászat a számunkra érdekes (például eddig nem ismer, nem köztudott, rejtett) ismeretek kinyerése nagy adatbázisokból. Már az elején tisztázni kell, hogy nem számít adatbányászatnak az egyszerű keresések (egy szóra, illetve egy konkrét cikkre történő keresések), a szakértői rendszerek használata valamint a csak egy adatbázisra szorítkozó keresések.

Az adatbányászatot elsősorban döntéstámogató eszközként használják. Az adatbányászat igen elterjedt módszer a tudományos életben is, amikor egy feladat esetleg már létező megoldását próbálják felkutatni, illetve egy téma háttérirodalmát kívánják feldolgozni. Leggyakrabban mégis marketing célokra (például direkt marketing célpontjainak meghatározására, ügyfélkapcsolati háló felállítására, konkurenciaelemzésre) illetve veszélyanalízis területén (például üzleti előrejelzések, minőség-ellenőrzés, üzletfelek ellenőrzése) használják.

Az adatbányászat forrása a céltól függ. A tudományos élet területén jellemzően a teljes szövegű adatbázisok (például az EISZ-ben is elérhető Science Direct, Ph.D adatbázisok, diplomamunka adatbázisok, elektronikus könyvtárak). A marketing életben jellemzően bankkártya, hitelkártya tranzakciók adatai, kedvezményes kuponok beváltásának adatbázisa illetve az internetes személyfigyelő rendszerek.

Különleges feladatokra is egyre többször igénybe veszik az adatbányászatot:

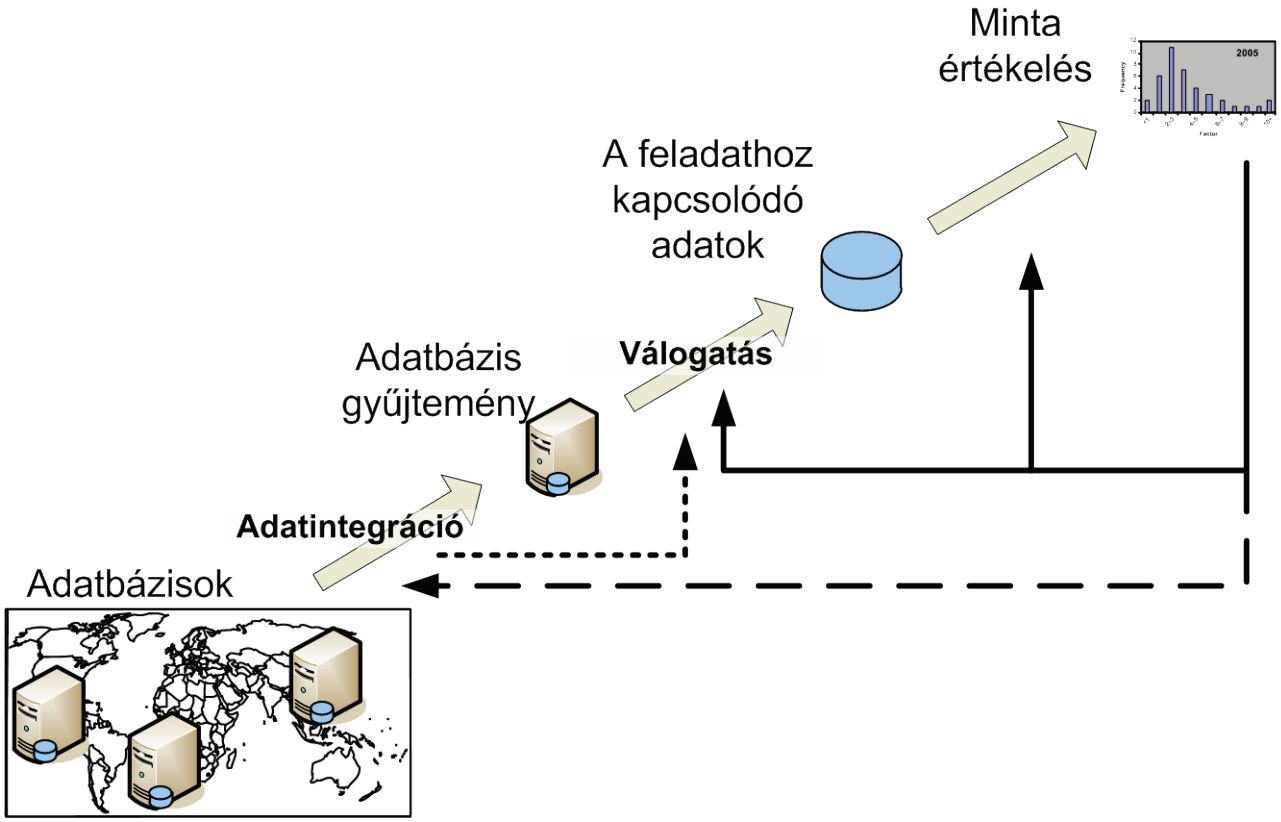
- IBM Advenced Scout csoportja elemezte az Amerika Kosárlabda Bajnokság (NBA) számos statisztikai adatát és jelentős taktikai előnyt biztosított két megrendelőjének a Miami Heat és a New York Knicks csapatának.
- A NASA Jet Propulsion Laboratory (www.jpl.nasa.gov) és a Palomar Observatory (www.astro.caltech.edu/palomar/) közös témája során 22 kvazárt találtak a régi csillagászati adatok elemzésével
- IBM Surf-Aid szoftvercsomagja elemzi egy weboldal látogattoságát, az ott tartózkodók viselkedését és a távozás módját, majd javaslatot tesz a weboldal minél jobb megszervezésére

Az adatbányászat (data mining) helyett egyre többször használják az adatbázisokból történő tudásfelfedezés kifejezést (knowledge discovery in databases, KDD). (2401. ábra)

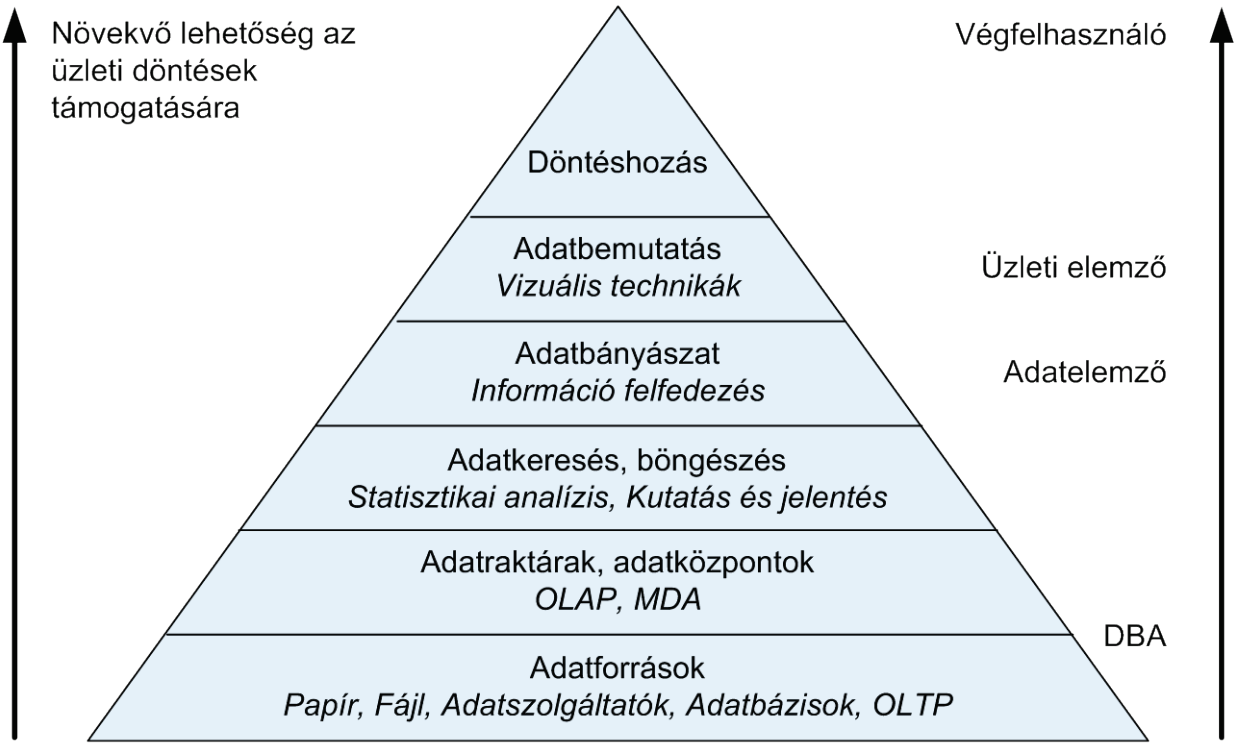
A KDD a következő lépésekből épül fel:

- Megismerni a felhasználási területet: meghatározásra kerül a megismerni kívánt tudás és a felhasználás célja
- Létrehozzuk a vizsgálandó adatbázisok listáját
- Elő-feldolgozást végzünk (például kiszűrjük a redundáns adatokat): ez jellemzően az összes munka közel 60%-a
- Adatmennyiség csökkentés és átalakítás: megpróbáljuk az összes adatot közös nevezőre, dimenzióra hozni és kiszűrni a számunkra érdektelen adatokat
- Kiválasztjuk a szükséges adatbányászati feladatokat (például: osztályozás, irányvonal kutatás, összefüggés keresés, csoportosítás)
- Kiválasztjuk az adatbányászati eljárást vagy eljárásokat
- Tényleges adatbányászat: kideríteni a számunkra érdekes adatmintát
- Mintakiértékelés és bemutatás
- Felhasználása a megtalált tudásnak

A fentieket mutatják be grafikusan a 2402. és 2403. ábrák.



2.4.- 1. ábra A KDD lépései



2.4.- 2. ábra KDD piramis

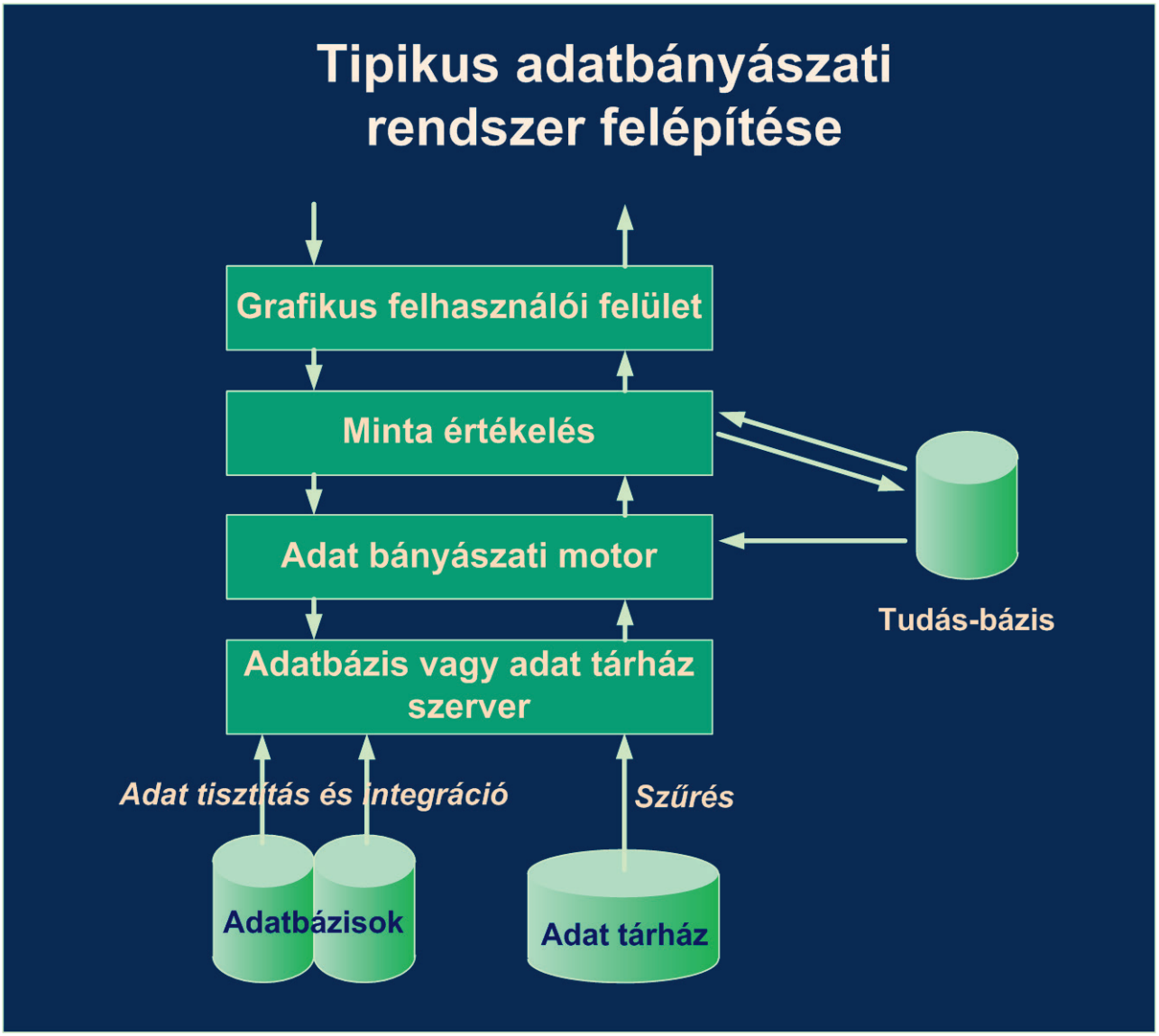
A legfontosabb adatbányászati feladatok a következők:

- Fogalom-meghatározás: Cél egy fogalom közéletben legjellemzőbb értelmezésének meghatározása, vagy több összefüggő fogalom megkülönböztetésének meghatározása.
    - Egy fogalom értelmezésére példa: mit ért a jelenlegi magyar kormány a „hulladék" szó alatt a környezetvédelmi anyagaiban?
    - Több összefüggő fogalom megkülönböztetésére példa: szennyezett és nem szennyezet területek fogalmának elkülönítése a köztudatban?
- Társítás: Cél az összefüggések és oksági viszonyok minél pontosabb meghatározása. Lehet egy vagy többdimenziós társítást is végezni:
    - Több dimenziós példa: milyen valószínűséggel mondható, hogy ha valaki alumínium dobozos italt vesz és 30-39 éves, az az ember egyáltalán nem törődik a környezetvédelemmel?
      vesz(E, „alumínium dobozos italt") ^ kor(E, „30..39") → beállítottság(E, „nem környezetvédő") [valószínűsége = 1,4%, megbízhatósága a valószínűségnek = 71%]
    - Egy dimenziós példa: ha egy szöveg tartalmazza a „környezetinformatika" szót, akkor abban a szövegben megtalálható a „térinformatika" szó is?
      tartalmazza(Sz, „környezetinformatika") → tartalmazza(Sz, „térinformatika") [8%, 59%]
- Osztályozás és előrejelzés: Cél megtalálni azokat a modelleket vagy eljárásokat, amelyek egy csoport esetében egyértelműen eldöntik, hogy egy jövőben előforduló tárgy, személy vagy esemény bele tartozik e vagy sem. Míg az előrejelzést jellemzően a csoport hiányzó elemeinek megtalálására szolgáló modell megalkotását igényli.
    - Osztályozási példa: Olyan kritériumrendszer megtalálása ami alapján eldönthető egy jövőbeni személyről, hogy tagja e az értelmiségiek csoportjának
    - Előrejelzés példa: Olyan modell megalkotása, amellyel megtalálható egy ősi temetkezési helyen az eddig feltárt sírok alapján a még esetleg rejtve lévő sírok helye.
- Csoport analízis
    - Ha a csoport nem ismert: Cél egy adatmennyiségben megtalálni milyen csoportok, kisebb közösségek, mintázatok figyelhetők meg.
        - Példa: Megtalálni, hogy egy hulladéklerakó ellen tiltakozó községben milyen érdekcsoportok (szövetségek, baráti társaságok, hangadók és híveik, stb.) vannak.
    - Ismert csoportok esetén: Megtalálni azon ismérveket, amivel a legjobban leírható egy csoport és a legkisebb a hibaarány (azaz legnagyobb mértékűvé kell tenni a csoporton belüli hasonlóságot és a legkisebbé tenni a csoportok közötti hasonlóságot).
        - Példa: Megtalálni, hogy a milyen ismérvek alapján dönthető el legbiztosabban egy ismert adatmennyiség minden tagjáról, hogy melyik csoportba tartozik. (Összehasonlításként: itt minden adatot ismerünk és

mindent be is kell sorolni több csoport valamelyikébe, Osztályozási feladat esetén pedig a jövőben felbukkanó adatokra kell minél pontosabban eldönteni hogy bele tartozik-e egy jól meghatározott csoportban, vagy sem.)

- Kívülálló analízis: Cél meghatározni, hogy egy adat tagja-e egy adathalmaznak vagy sem. (Nagyban hasonlít az Osztályozáshoz, csak ellentétes hangsúllyal. Itt cél biztosan kimondani, hogy egy adat nem része az adathalmaznak.)
    - Példa: Egy mérési adatsorozatból kiszűrni a mérőeszköz által tévesen rögzített adatokat (zajt).
- Irányulás és fejlődés analízis: Cél egy adathalmazból meghatározni, hogy egy adott folyamat fejlődése milyen irányú.
    - Például: Nemzetközi tapasztalatok és a hazai vonulatok alapján várhatóan 5 év múlva, milyen arányban lehet bort venni visszaváltható és eldobható palackban.

Ezen kívül még számos feladat-típus létezik, de ezek kisebb jelentőségűek.



2.4.- 3. ábra Adatbányászati feladatok

„Érdekesség” mérés

Az egyik legnehezebb lépés kiválasztani a létrejött megoldások (mintázatok, pattern) közül a számunkra érdekes eredményeket. Ehhez először meg kell határozni, hogy mit nevezünk adatbányászat szempontjából érdekes mintázat.

Azt nevezzük érdekes mintázatnak, amely a megrendelő számára könnyen érthető, várhatóan hasznos és újszerű (vagy megerősít egy feltételezést) valamint ellenőrizhetően működik (például új vagy próba-adatokon).

Az érdekességet objektív és szubjektív módszerekkel is mérhetjük. Objektív módszerek például a statisztikai elemzések (például a relatív hibakorlát kiszámítása), míg a szubjektív módszerek a megrendelő véleményén alakulnak (várakozásának megfelelő-e, szerinte újszerű-e, használható-e).

2.5. INTERNET ALAPÚ INFORMÁCIÓÁTADÁSI MÓDSZEREK

Átviteli szabványok

TCP/IP (transmission control protocol/ internet protocol)

A TCP/IP kapcsolat esetén feltételezett egy kiépített hálózat, pontosabban több, egymással összekötött hálózat, vagy akár a világháló. A hálózatokat átjárók (gateway) kötik össze. Ezeken a hálózatokon keresztül elméletben bármely két számítógép vagy egyéb eszköz tud kommunikálni egymással, persze, ha ehhez van egymástól engedélyük, és megfelelően fel vannak erre készítve.

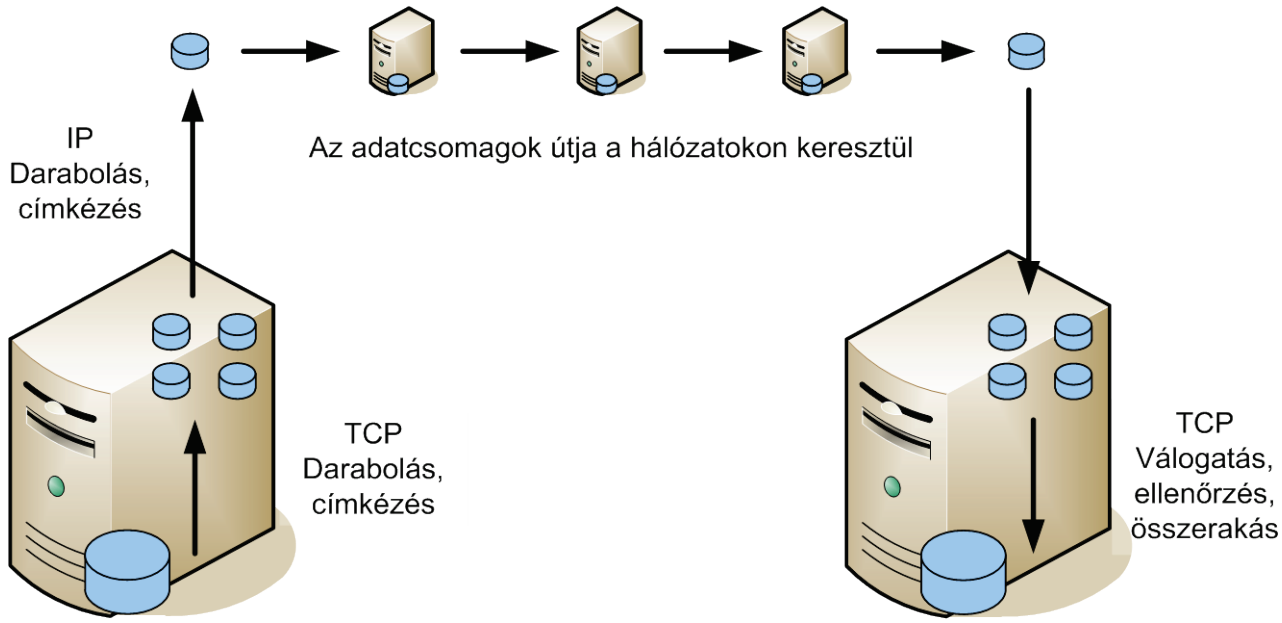
A kommunikációt ezen protokollok segítségével lehet lebonyolítani. A TCP/IP protokollnak két része van, mint a neve is mutatja. Egyik az adatok kezeléséért felelős, a másik pedig az interneten való „szállításért”. (2501. ábra)

TCP

Esetenként igen nagymennyiségű adat szállításáról van szó, melyet egy tömbben nem lehet elküldeni. Ez a protokoll az adattömböt feldarabolja és megfelelő címkékkel és biztonsági kódokkal látja el. A hálózaton utazva ezek az adatok egymástól függetlenek, csak a célállomáson állnak össze újra egységes egésszé. Az is előfordulhat, hogy nem is abban a sorrendben érkeznek meg, ahogy elindultak, vagy esetleg némelyik az utazás közben megsérül. A fogadó gépen ez a protokoll gondoskodik arról is, hogy a megérkezett csomagokat újra összeállítsa. A hibásan érkezettek szállítását meg kell ismételni.

IP

Az adatcsomagok az egyik géptől a másikhoz az internet hálós felépítése miatt akár több útvonalon is eljuthatnak. Az Internet Protokol feladata, hogy ezek közül megtalálja a legmegfelelőbbet, és gondoskodjon az adatok célba juttatásáról. Az útvonal választásáról és bonyolultságáról a felhasználónak semmit sem kell tudnia, ő csak egy helyet, egy internet végpontot nevez meg a világ egy másik táján akár. Az interneten minden egységnek van egy címe, mely egy jelenleg egy 32 bites szám, mely az internetes címzési módok negyedik generációja (IPv4). Ez már jelenleg nem elég, ennél jóval több címre lenne szükség már most is, és ezért készül, illetve már üzemben is van az újabb változat (IPv6), mely több lehetőséget nyújt: támogatja a mobilitást, és az IP címek titkosítását, valamint 128 biten tárolja a címeket, így eleve több osztható ki belőle. Azonban a felhasználó igen gyakran még ezt a számot sem ismeri, mivel a rendszernek, helynek, gépnek, weboldalnak van egy neve is. Ezt a nevet adja meg rendeltetési helyként, és a hálózati szoftver keresi meg egy adatbázisban az ehhez tartózó számsort.



2.5.- 1. ábra TCP/IP átviteli rendszer

Azonosító adatok és kapcsolat a két protokoll között

Amikor a TCP átadja a feldarabolt, felcímkézett adatcsomagokat az IP-nek, attól kezdve azok a csomagok külön életet élnek, az IP nem ismeri a tartalmukat és az egymáshoz való viszonyukat sem, tehát az IP a TCP-től csak egy adathalmazt, és egy címet kap. Az adathalmaz egy része a továbbítandó adat, a másik része a TCP fejléce, amit a saját munkája érdekében az adatcsomaghoz csatolt.

Az IP is elhelyez egy saját fejlécet az adatokon a saját munkájának megkönnyítése érdekében. Ezekben szerepel a fogadó gép címe, a küldő gép címe (a fogadó gép egyszerre több helyről is kaphat adatot, tudnia kell, ez a csomag honnan jött), és protokollszám (hogy az adat melyik szállítási folyamathoz tartozik), valamint egy ellenőrző összeg, melynek segítségével a fogadó gép meggyőződhet arról, hogy a szállítás során maga a fejléc nem sérült-e meg.

FTP (File Transfer Protocol)

Gyakran van szükség arra, hogy egyik számítógépről adatot jutassunk el egy másikra. Ha adat küldését kezdeményezzük, azt feltöltésnek, ha pedig elküldését kérjük, azt letöltésnek nevezzük. Az FTP lehetővé teszi a különböző operációs rendszerű gépek között az információcserét. Ügyfél-kiszolgáló típusú kapcsolatot létesítünk ilyenkor, azaz szükség van egy szerverként és egy kliensként viselkedő gépre. Rengeteg ingyenes elérhető és használható FTP program létezik már, és igen sok operációs rendszer és Web-böngésző is rendelkezik FTP modullal.

Az FTP hozzáférés gyakran kér jelszót a hozzáféréshez, s csak annak megadása után juthatunk hozzá a másik gépen tárolt információkhoz, vagy változtathatjuk meg azokat. Adatbiztonság szempontjából azonban kockázatos, hogy maga a jelszó kódolás nélkül utazik az interneten, így lehallgatható.

Az FTP eljárás további hátránya, hogy nem darabol, a letöltésnek, feltöltésnek egy huzamban meg kell történnie, és ha közben a kapcsolat megszakad, a folyamatot elölről kell kezdeni. Ezenkívül, ha a szerver nagy mennyiségű adatot szolgáltat több kliensnek egyszerre, az nagyon leterheli és lelassítja a rendszert. Az FTP helyét ezért egyre inkább átveszik más eljárások.

P2P (peer-to-peer)

Egy újfajta adatátviteli rendszer, melyben a résztvevő gépek egyenrangúak, és minden gép egyszerre lehet kliens és szerver is egyben. A rendszerhez csatlakozók kijelölhetnek a gépükön egyes fájlokat vagy könyvtárakat, meghajtókat, melyek tartalmát hajlandók megosztani másokkal, és láthatják azon tartalmak listáját, amit a rendszerben lévő többi gépen megosztottak.

Egyik alkalmazása a különböző fájl megosztó közösségek, melyek részben vagy teljesen illegálisak. Azonban vannak igen célszerű, és törvényes alkalmazási formái is. Igen nagy segítséget nyújt például az erre a kapcsolatrendszerre támaszkodó szolgáltatás, mely lehetővé teszi, hogy egyes gépek tartalmát (a megosztásra kijelölt részeket) egy az egyben áttükrözzünk más gépek kijelölt helyeire. Így azok, akik több számítógépen (mondjuk a munkahelyen és otthon) dolgoznak ugyanazzal az anyaggal, minden különösebb saját kezdeményezésű adatküldözgetés nélkül mindig az aktuális állapotot találják minden gépükön.

Földi vezetékes rendszerek

A mai modern digitális előfizetői átviteli rendszerek (gyűjtőnéven: xDSL Digital Subscriber Loop) kialakulása a 90-es évek elejére tehető az internet nyilvános terjedésével egyidőben. Amerikában ezzel a tehnológiával juttatták el az internetet a farmokra.

A digitális előfizetői átviteli rendszerek a PSTN/ISDN helyi hálózat kábelhálózatát használják jelátvitelre, kihasználva azt a tényt, hogy a kábelhálózat információátviteli kapacitása nagyobb mint amire a PSTN kihasználja. Ezt a tényt már az ISDN-ben is kihasználták (lásd ISDN BRI U-interfész).

Modem (Modulator/Demodulator)

Olyan eszköz, mely egy (digitális) bitsorozatot analóg átviteli csatornán történő átvitelre alkalmas analóg jellé alakít át (modulál), illetve a vett analóg jeleket (digitális) bitsorozattá alakítja vissza (demodulál). (2502. és 2503. ábrák)

Egyik alkalmazási területe, amikor digitális eszközök analóg vonalat (például számítógép hagyományos telefonvonalat) használva kénytelen kommunikálni. Azonban használható analóg mérőműszerek jeleinek digitálissá alakításához, s így azok gépi feldolgozásához, tárolásához.

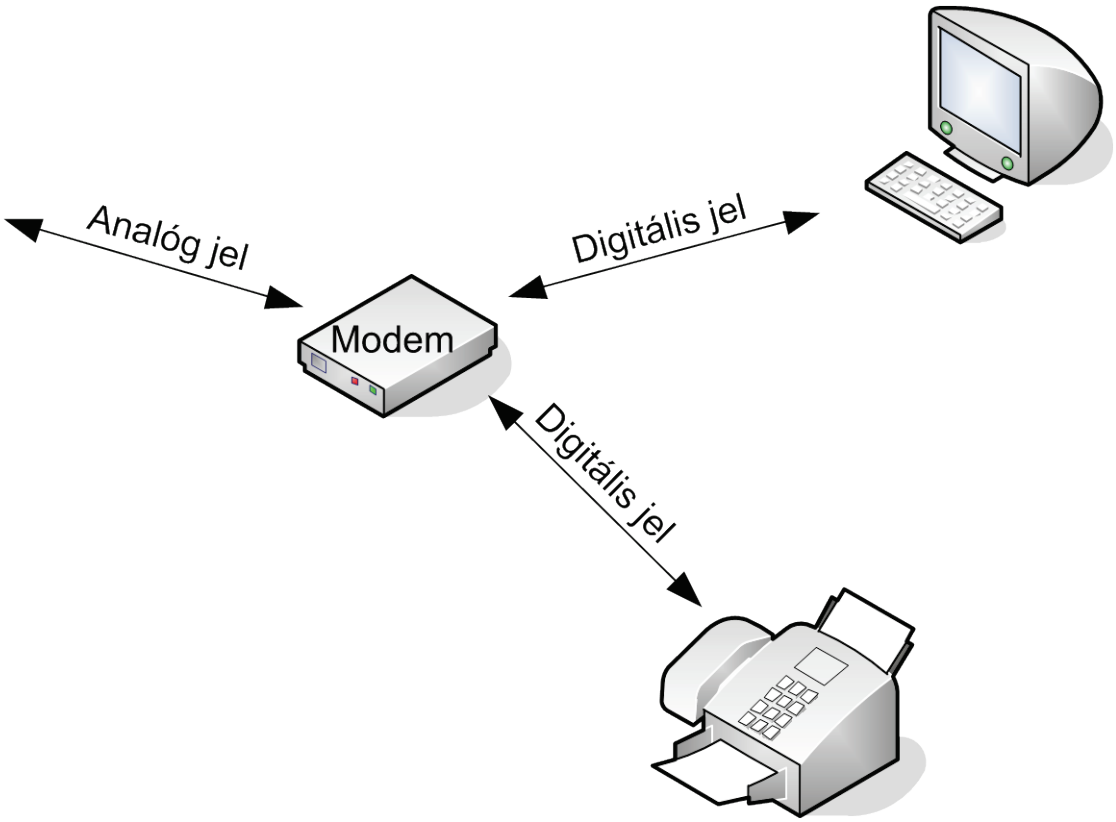
ISDN

Az ISDN (Integrated Services Digital Network) a CCITT által 1984-ben definiált, kép, hang és adat átvitelre egyaránt alkalmas hálózati szabvány, ill. az ennek megfelelő architektúrájú konkrét kommunikációs hálózat. Lényegében a klasszikus telefonhálózat olyan átalakítása, amely egyrészt a hangátvitel digitalizálása révén, másrészt a modern társadalom által igényelt legkülönbözőbb kommunikációs szolgáltatások egyetlen rendszerben történő integrálása útján egy egységes kommunikációs rendszert képez. Hat csatornát definiál:

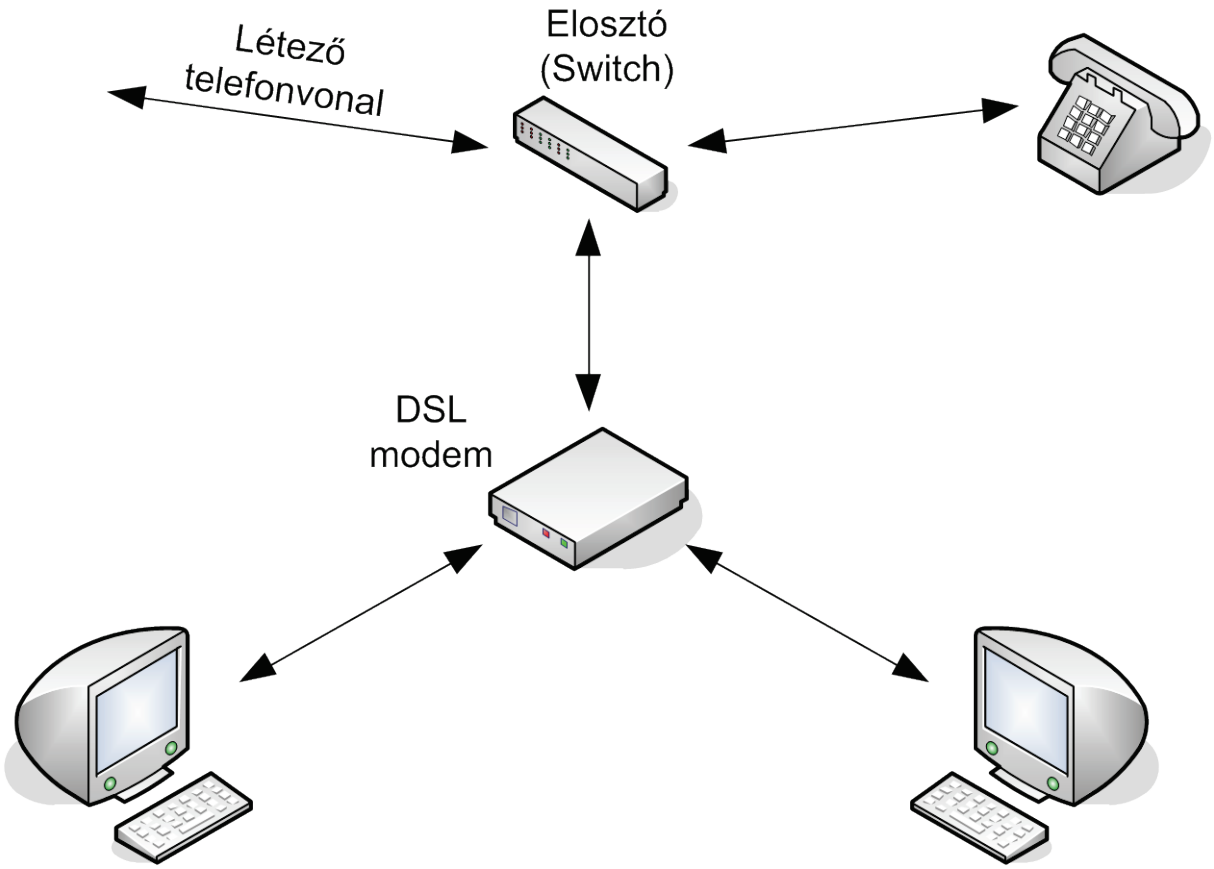
- A 4 kHz-es analóg telefoncsatorna
- B 64 kbit/s-os PCM csatorna hang és adatátviteli célokra
- C 8 vagy 16 kbit/s-os digitális csatorna
- D 16 vagy 64 kbit/s-os digitális csatorna, az átvivő sávokon kívüli jelzés számára
- E 64 kbit/s-os digitális csatorna, az átvivő sávon belüli jelzésmód számára
- H 384, 1536, ill. 1920 kbit/s-os digitális csatorna

Egyelőre csak három kombinációt szabványosít.
Ezek a következők:

- Alapsebesség: 2B + 1D (ISDN2)
- Primer sebesség: 23B + 1D (U.S és Japán) vagy 30B + 1D (Európa ISDN30)
- Hibrid: 1A + 1C



2.5.- 2. ábra Modem alkalmazási lehetőségei I.



2.5.- 3. ábra Modem alkalmazási lehetőségei II.

DSL

A nagy sebességű Digital Subscriber Line (DSL) és a kábelmodemek olyan biztonsági kérdéseket vetnek fel, amelyek a korábbi, lassabb technológiákkal nem fordultak elő. Ezek a kapcsolatok ugyanis többnyire állandónak mondhatók, a gépek gyakran statikus IP címet kapnak a szolgáltatótól. Ez annyit tesz, hogy amíg a gép be van kapcsolva, addig az Interneten is lóg egyben, ráadásul az IP címe is változatlan. Megfelelő biztonsági beállítások nélkül bárki, aki erre a címre rátalál, elvileg belelát(hat) a gépbe, a fájlrendszerbe! Tűzfallal védekezhetünk a betörések ellen.

Az ADSL-nél a jel maximális sebessége az előfizetők irányába és visszirányba eltérő és az előfizető lakóhelyének az elosztóhoz viszonyított távolságától is függ (pl. 1,5...6 Mbps-ig / 640 kbps-ig).
A technológia aránylag költséges, mert úgy a központi, mint az előfizetői oldalon műszaki beavatkozást igényel.
Esetenként lehetséges fenti kapacitásnak csak egy részét bérelni.
Jelentős árcsökkenés a rendszerek, majd a modemek szabványosításától várható; egyik ilyen szabványjavaslat az Universal ADSL, mely az elosztó és az ügyfél között 1,5Mbps/512 Kbps sebességet szabványosít, míg egy másik 2Mbps/640Kbps-t.
Az ADSL-technológia bevezetése európa-szerte folyamatban van.

ADSL

Az ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line (Loop)) technológia a helyi hálózat réz érpárjain keresztül nyújt emelt szintű szolgáltatást (internet hozzáférés) az előfizető felé a hagyományos távbeszélő szolgáltatásokkal (PSTN, ISDN) párhuzamosan. E technológia legfőbb alkalmazási területe a gyors internet hozzáférés megvalósítása.

- HDSL - High bitrate Digital Subscriber Loop - 30 csatornás PCM (ISDN PRI) átvitel 2 vagy 3 érpáron. Vonalhossszabbító funkció megvalósítása pl. helyi központ és alközpont között.
- SDSL - Symmetric Digital Subscriber Line - HDSL átvitel egy érpáron (2B1Q)
- SHDSL - Symmetric High bitrate Digital Subscriber Line - HDSL átvitel egy érpáron (TC-PAM)
- VDSL - Very high rate Digital Subscriber Line
- RADSL - Rate Adaptive Digital Subscriber Line

Ethernet

Helyi számítógép-hálózatok legelterjedtebb kommunikációs technikája. Egyszerű kivitelben (desktop-Ethernet), koaxiális kábeleken keresztül, 10 Mbps sebességű adatátvitelre képes. Új változata a Gyors Ethernet (Fast Ethernet), amely üvegszálas összeköttetéseken keresztül 100 Mbps

nagyságrendű adatátvitelre, valamint a Gigabit-Ethernet, amely 1-10 Gbps adatátviteli sebességre képes. Utóbbi technológia az ATM-technológiának komoly vetélytársa lehet.

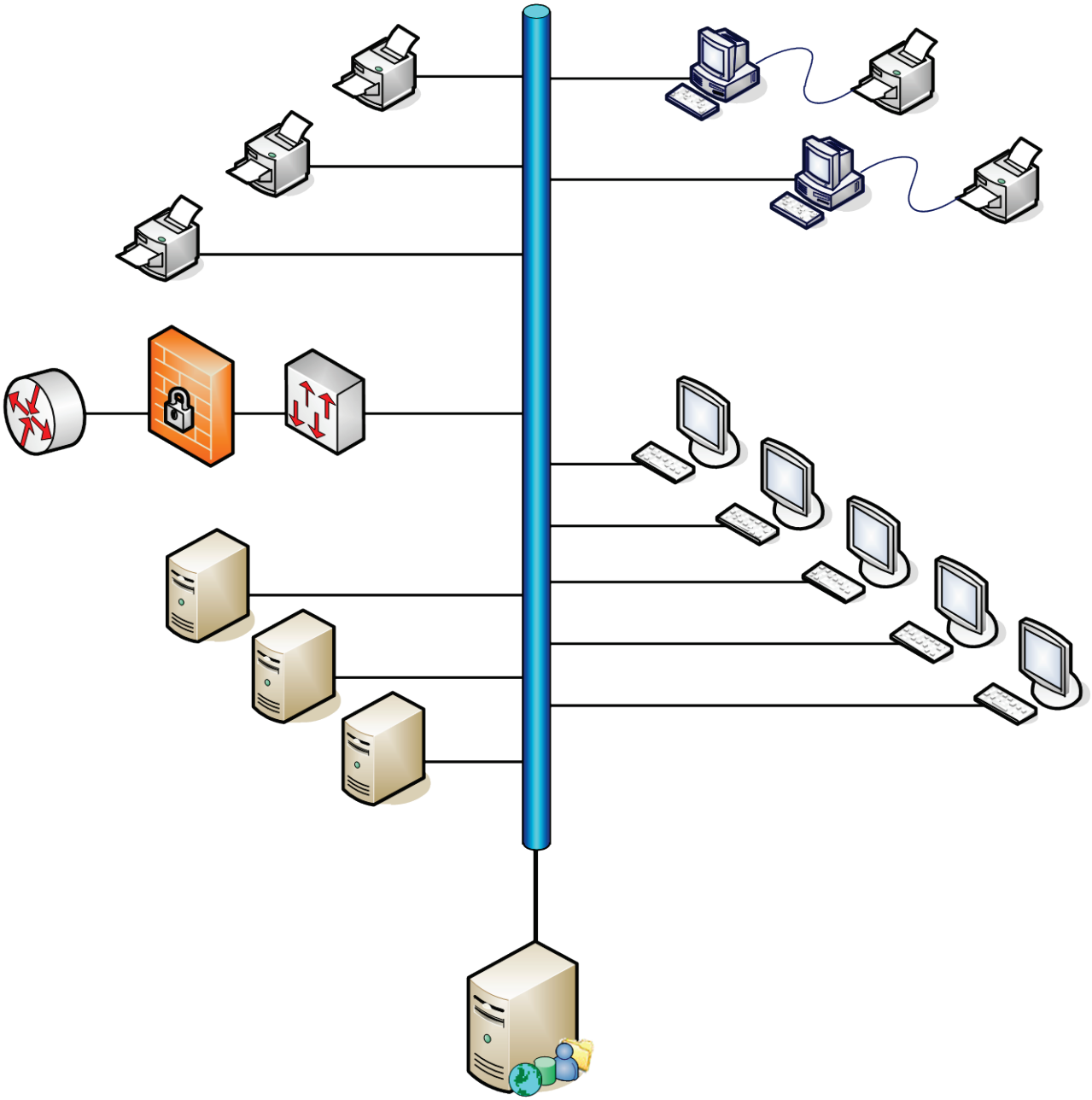
Az Ethernet-technológiát főleg a számítógépipar támogatja. Több esetben a TV-kábeleken keresztül létrehozott Internet-kapcsolatoknak is alapjául szolgál.

LAN (Local Area Network)

A helyi hálózatok olyan számítógépes hálózatok, amelyek néhány kilométernyi távolságokat hidalnak át. Tipikusan ilyen például egy intézmény, egy cég egy vagy több épületében lévő gépeinek az összekapcsolása, de ide tartozik az egy helyiségben összekapcsolt gépek hálózata is. (2504. ábra)

A helyi hálózatok megjelenését és elterjedését a hardvereszközök jobb, hatékonyabb kihasználására kitűzött cél okozta. Például ha egy irodában mindenki nagyjából ugyanazokat a programokat használja a saját gépén, akkor ezek minden gépen helyet foglalnak. Mennyivel gazdaságosabb, ha a gépeket hálózatba kötjük, és a programokat csak egy példányban, egyetlen számítógépen tároljuk. Ha valaki egy programot használni akar, akkor elkéri a hálózaton keresztül. Ez nem csak a programokra igaz, hanem a hardvereszközökre is. Például egy hálózatba kapcsolt géphez kötött nyomtatót is használhat mindenki a saját gépéről.

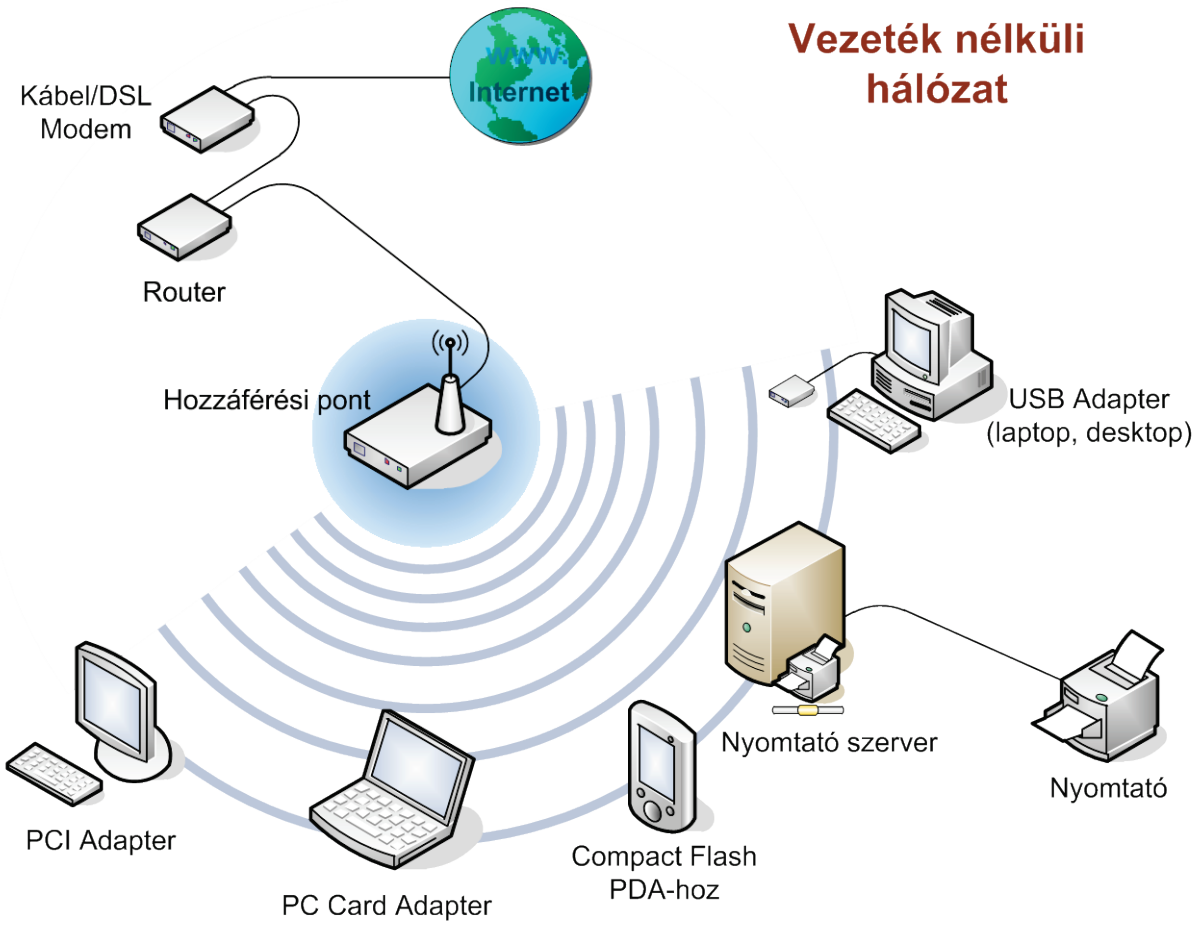
A technikai fejlődés következtében a hardvereszközök egyre olcsóbbak lettek, így más előnyök kerültek előtérbe. Ilyen a kollektív munka, mivel a felhasználók egymás gépeihez, adataihoz könnyen hozzáférhetnek. Képzeljük el, hogy mekkora fejfájást okozna az egy központi raktárral, de több elárusítóhellyel rendelkező kereskedőnek, ha egy árut többször is eladna! A hálózat lehetőséget ad az adatok biztonságos tárolására is: két tárolót használnak, és az egyik meghibásodása esetén a másik veszi át annak szerepét. Az egészből a felhasználók semmit nem vesznek észre. A hálózaton tárolt adatokat titkosítani is lehet: minden felhasználót különböző hozzáférési jogokkal (írás, olvasás, végrehajtás) lehet felruházni.



2.5.- 4. ábra LAN (helyi hálózatok)

Földi vezeték nélküli rendszerek

A vezeték nélküli rendszerek jellemzően nem önálló hálózatot alkotnak (bár lehetőség van ennek kialakítására), hanem egy létező vezetékes hálózat végpontjainak a vezeték nélküli elérhetőségét képezik. (2505. ábra)



2.5.- 5. ábra Földi vezetéknélküli rendszerek

Wi-Fi

A Wi-Fi (wireless fidelity, vezetékmentes kapcsolat) az IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) közhasznú társaság által megalkotott vezeték nélküli adatátvitel szabványának a köznapi életben használt gyűjtőneve. (Azért gyűjtőnév, mert többféle technika és eljárás – például a 802.11a/b/g – közös elnevezése.) A szabványok létrehozásának célja az volt, hogy létrehozzanak egy kis (néhány száz méteres) távolságok áthidalására alkalmas, nagy stabilitású kapcsolatot biztosító adat-átviteli technológiát.

A Wi-Fi rendszerek rendkívül népszerűek lettek az elmúlt években. Ezt főleg olcsó kiépíthetőségének és könnyű használatának köszönhető. Sajnos a technológoiának van egy nagy hátránya: ez pedig – a nem megfelelő beállítás esetén – a rendkívüli sebezhetősége a rosszindulatú támadókkal szemben.

"A huszonegyedik század terroristája felmászik egy magas épület tetejére, összeszereli távcsöves puskáját, ráköti laptopját, majd célba vesz egy távoli irodaépületet. Hosszas várakozással elegendő

rádiójelet foghat el ahhoz, hogy feltörje a távoli rádiós kapcsolat védelmét, és elkezdjen tüzelni. Természetesen szó sincs valódi acéllövedékekről, csupán bitekről és bájtokról, és a gonosz terrorista nem gyilkosságra, hanem adatlopásra vagy adatpusztításra készül." (Forrás: Index)

A fő probléma a felhasználók és az üzemeltetők hanyagsága. A Wi-Fi rendszerek megfelelő beállítások esetén biztonságossá tehetőek. A legalapvetőbb biztonsági lehetőség a belépési jelszó (titkosítás) létrehozása. Minden vezeték nélküli hálózat - így többek között a mobiltelefonok esetén elterjedt, komoly munkára nem alkalmas BlueTooth vezetékmentes hálózati technológia is – alap esetben titkosítás nélkül üzemel. Az ilyen hálózathoz bárki, teljesen szabadon csatlakozhat. Ha ezt el akarjuk kerülni, titkosítani kell a hálózatot. Szintén vigyázni kell arra, hogy megfelelő hosszúságú és minőségű jelszavakat használjunk. (Kiemelten fontos, hogy mint minden jelszónál itt se használjunk szótárban fellelhető szavakat vagy azok keverékét. Ennek oka, hogy az azokból felépített jelszavakat az úgynevezett „brute-foce" eljárást használó szoftverek nagyon rövid idő alatt képesek feltörni. Így a „tavaszi szél vizet áraszt" jelszót nagyon gyorsan – tesztjeink szerint 2-5 perc alatt –, míg igen nehezen boldogulnak – ha egyáltalán boldogulnak – a „t1v1sz2 sz3l v4z3t 1r1szt" alakú jelszóval).

Másik fontos dolog, hogy a vezeték nélküli hálózat és az érzékeny adatokat tartalmazó rendszer – például az adatrögzítő szerver – közé mindenképpen tűzfalat kell telepíteni.

Szintén jó megoldás, ha hardveres titkosítást használhatunk, de ez csak kisebb hálózatok (például folyamatos monitoring műszer és az adatrögzítő közötti kapcsolat esetében) éri meg használni nagyon magas kiépítési költsége miatt.

Jó tudni, hogy néhány általánosan elterjedt „biztonsági" módszer jelenleg már – legalább is önállóan alkalmazva – gyakorlatilag semmilyen biztonságot nem nyújt. Ezek a következők:

- MAC szűrés: Minden hálózatokba belépő gép rendelkezik egy egyedi számmal (MAC - ami – elvileg – egyértelműen azonosítja a világ összes gépe közül, hasonlóan mint egy embert a személyi száma. A védekezés elve az, mint amikor egy portásnak átadunk egy listát azon munkatársak személyi számával, akik beléphetnek a kapun. Az eljárás hátránya, hogy a portás nem kérheti el a személyi igazolványt, hanem csak „bemondás" alapján ellenőriz. Így, ha valaki hallott egy elfogadott személyi számot, akkor bármikor bediktálhatja és beléphet a számára egyébként tiltott helyre. A WiFi hálózatoknál a MAC azonosítók még titkosítás nélkül kerülnek közlésre (mivel csak a sikeres bejelentkezés után lép életbe a titkosítás) így bárki leolvashat egy elfogadott MAC azonosítót és utána akadálytalanul beléphet a rendszerbe.
- SSID sugárzásának kikapcsolása: Egymás mellet nem – egy légtérben – számos vezeték nélküli hálózat működhet. E hálózatokat a SSID (service set identifier, szolgáltatás azonosító) különíti el egymástól. Amikor egy eszköz információt küld egy hálózaton, akkor

minden adatcsomaghoz hozzárendeli e azonosítót. Mivel ezen azonosító már egy csomag megfigyelésével is megszerezhető, ezért ennek titkolása felesleges.

- AP elhelyezése és korlátozása: Az AP (acces point, elérési pont) adási irányának és energiájának korlátozására biztonsági szempontból nem túl jelentős, hiszen az csak a szabványos berendezések elérhetőségi távolságát korlátozza le. Ez a gyakorlatban annyit jelent, hogy egy átlagos (például 12 dB-es adási energiájú) AP körülbelül nyílt területen 300 méter, épületben 50 méter sugárban érhető el szabványos eszközökkel, addig ugyanez az AP megfelelő – a legalitás határát súroló – eszközökkel 2-3000 méter távolságból is elérhető. (Itt kell kitérni arra, hogy egészség és környezetvédelmi okokból viszont mindenképpen érdemes a lehető legkisebb energiájúra beállítani az AP adóteljesítményét. Ezzel csökkenthetjük a minket körülvevő elektroszmog mértékét.)

GPRS és EDGE

A GPRS (General Packet Radio Service) a GSM (Global System for Mobile Communications illetve régebben Groupe Spécial Mobile, köznyelvi elnevezésben „mobiltelefon hálózat”) hálózatokon működő csomagkapcsolt adatátviteli szolgáltatás. Ez a szabványt elsősorban a harmadik generációs mobilszolgáltatások kapcsán fordul elő, de kiválóan használható méréstechnológiai adatátvitelre is.

Az első és másod generáció GSM alkalmazások nagy problémái voltak a lassú adatátvitel (~9-57 kbps – 1 MiB hasznos információ 20-3 perc alatt jut át a rendszeren) és az idő alapú számlázásból adódó magas költségek. Ezért az erre épülő mérési adatátviteli rendszerek nem tudtak elterjedni. A GPRS nagyobb adatátviteli sebességet (legfeljebb 170 kbps – 1 MiB hasznos információ 1 perc alatt jut át a rendszeren) nyújt. Ezek szigorúan elméleti korlátok, a tapasztalat szerint legfeljebb ennek átviteli sebességben a harmada (időben pedig háromszorosa érhető el.)

A másik fontos előnye a GPRS szolgáltatásnak, hogy a résztvevő eszközök állandó adathálózati kapcsolatot biztosítanak, így elkerülhető az adatáram megszakítása miatt fellépő adatvesztés illetve redundáns adatküldés.

A számlázás alapja az átvitt adatmennyiség, nem pedig az igénybevétel időtartama. Mivel a csomagkapcsolt adatátviteli technológiaként a GPRS csak akkor köt le hálózati erőforrásokat és sávszélességet, amikor az adatok tényleges átvitele folyik, ezzel biztosítja a rendelkezésre álló frekvenciatartomány rendkívül hatékony kihasználását és ezzel biztosítja a technológia olcsóságát.

A GRPS technológia – környezetinformatikai szempontból igen jelentős – hátránya is a fenti eljárásból adódik: az adatátvitel a GSM rendszer holt idejében történik, azaz egy leterhelt – például belvárosi területen – jelentősen csökkenhet az adatátvitel sebessége.

A GRPS technológia csatornákat használ az adatátvitelre, minden csatorna 14,4 kbps sebességgel képes adatátvitelre. A GRPS kapcsolatokat 12 osztályba sorolják. Az osztályok elnevezése például a következő lehet: Class 6 (3+2, 4). E számsor feloldása a következő: A GPRS-osztályok a feltöltéshez és letöltéshez biztosított csatornák (időrések) számára utalnak. Az osztályszám, ebben az esetben a 6, a szabványos megjelölésre szolgál (azaz elvileg a zárójelben lévő számsor el is hagyható). A 3-as szám a központ felöl a készülék felé történő letöltéshez használható csatornák megengedett legnagyobb számát jelöli. (Jelen esetben legfeljebb 3*14,4 kbps=43,2 kbps.) A 2-es szám a készüléktől a központ felé történő feltöltésre vonatkozik, ugyanazt a számítási elvet követve, mint a letöltés esetén. A 4-es – amely nem mindig kerül megadásra – az egyszerre használható csatornák számát mutatja meg. Azaz bár 3 fel- és 2 letöltési csatornát nem lehet egyszerre használni, hanem csak a 3+1 vagy a 2+2 összetétel engedélyezett.

2.5.- 1. táblázat A szabványos osztályok az alábbi táblázatban láthatóak

Osztály	Feltöltési csatorna	Letöltési csatorna	Egyszerre használható csatorna
1	1	1	2
2	2	1	3
3	2	2	3
4	3	1	4
5	2	2	4
6	3	2	4
7	3	3	4
8	4	1	5
9	3	2	5
10	4	2	5
11	4	3	5
12	4	4	5

Az EGPRS (Enchanted GRPS, továbbfejlesztett köznapi nevén: EDGE) egy fázismodulációs technika segítségével a gyakorlatban a hagyományos GPRS-sebesség háromszorosát képes biztosítani, mellyel sokkal kényelmesebb a nagy adathalmazok átvitelére, de sajnos nem oldja meg az leterhelés függő adatátvitel gondját.

Műholdas rendszerek

(Irodalom: http://www.hso.hu/cgi-bin/page.php?page=86)

A nagy műholdas mobil rendszerek kiépülése új lehetőségeket nyújt a felhasználók számára a terepi és nagy távolságra történő adatátvitel területén. A Föld gömb alakjából adódik, hogy nagy távolságokra lévő más helyeket nem érhetünk el, nem „láthatunk” közvetlenül, illetve kis

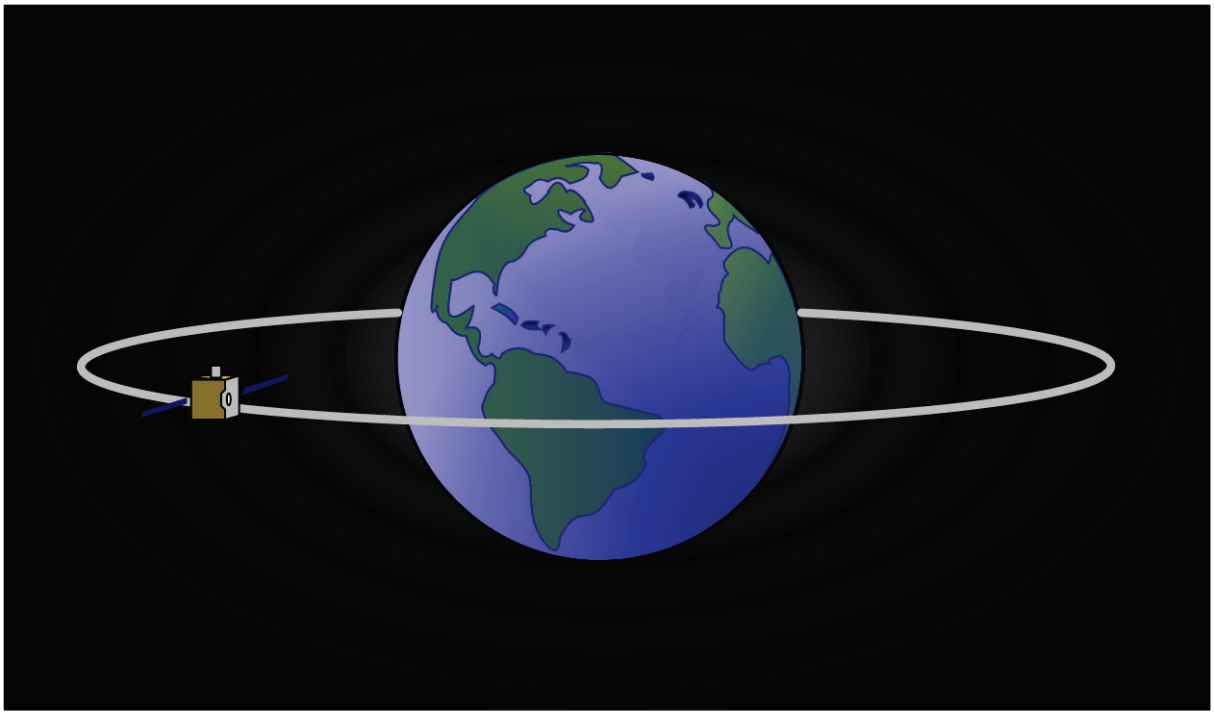
magasságból sem igazán, a minél nagyobb lefedettséghez messzire kell helyezkednünk a felszíntől. Egy értelmű, hogy a bolygó sűrű légkörében bármi adó-vevő levegőben tartása horribilis összegeket emésztene fel, tehát meg kellet célozni az űrt. Másik fontos szempont volt, hogy a földi kapcsolattartó objektumoknak ne kelljen keresni és követni a feljuttatott űreszközt, és hogy az állandóan elérhető legyen, azaz ne szakadjon meg a szolgáltatás azért, mert a műhold éppen a bolygó másik fele felett kering.

Az elméleti alapok, mely szerint a Földről kellő nagy sebességgel kilőtt test nem esik vissza, hanem a bolygó körül pályára áll, már igen régóta ismert, még Kepler írta le az 1600-as években, azonban azt, hogy az ilyen pályára állított műholdak kitűnően alkalmasak távközlésre először C. Clark angol fizikus ismerte fel, és közölte 1945-ben. De még ekkor is határt szabott az alkalmazásnak az elektroncsövek rövid, néhány száz órás időtartama. A félvezetők feltalálása és gyártása nyitotta meg aztán a lehetőséget az elmélet alkalmazása előtt.

Ezen okokból, amint a technikai haladás lehetővé tette, azaz 1965-től kezdődően a geoszinkron pályán keringő (úgynevezett GEO), kereskedelmi célú műholdak kezdtek elterjedni, amelyek az egyenlítő feletti 35 800 km magasan keringtek. Feladatuk elsősorban telefon-, adat-, fax-, TV-, rádió-jelek továbbítása, a közvetlen műholdas TV és rádió műsorszórás ill. VSAT állomások jeleinek átvitele. A GEO műholdak mobil alkalmazásának korlátot szab a műholdak nagy távolsága, ami tetemes jelcsillapítással – azaz nagy adásenergia-igénnyel – jár együtt. Előnyüknek számít, hogy Föld felszínéhez viszonyított helyzetük állandó, ezért rögzített helyzetű, irányított sugarú (ezért nehezebben zavarható és nehezebben lehallgatható) adókkal elérhető. (2506. ábra)

A műholdak geostacionáris pályára juttatása igen költséges. Hogy a lehető legkevesebb üzemanyagra legyen szükség a művelethez, a műholdakat az egyenlítőhöz közel telepített kilövőállásokból bocsátják fel, és kelet felé indítják a Föld forgásának irányába, hogy ezt a sebességet már eleve a javukra írhassák. A rakéta egy átmeneti pályára állítja a műholdat. Erről a pályáról a műholdon lévő hajtómű a Földtől távoli pontban (apogeum) felgyorsítja a műholdat a geostacionárius pályához szükséges sebességre (3 075 m/s), majd a pálya elérése utána műhold további manőverekkel a kívánt helyre áll. (2507. ábra)

A geostacionárius pálya bármelyik pontjáról a Föld felületének 42% -át láthatjuk. Három ilyen pályán keringő műholddal a Föld körbe fogható és az egész Földre kiterjedő, globális műholdas távközlő rendszer hozható létre.

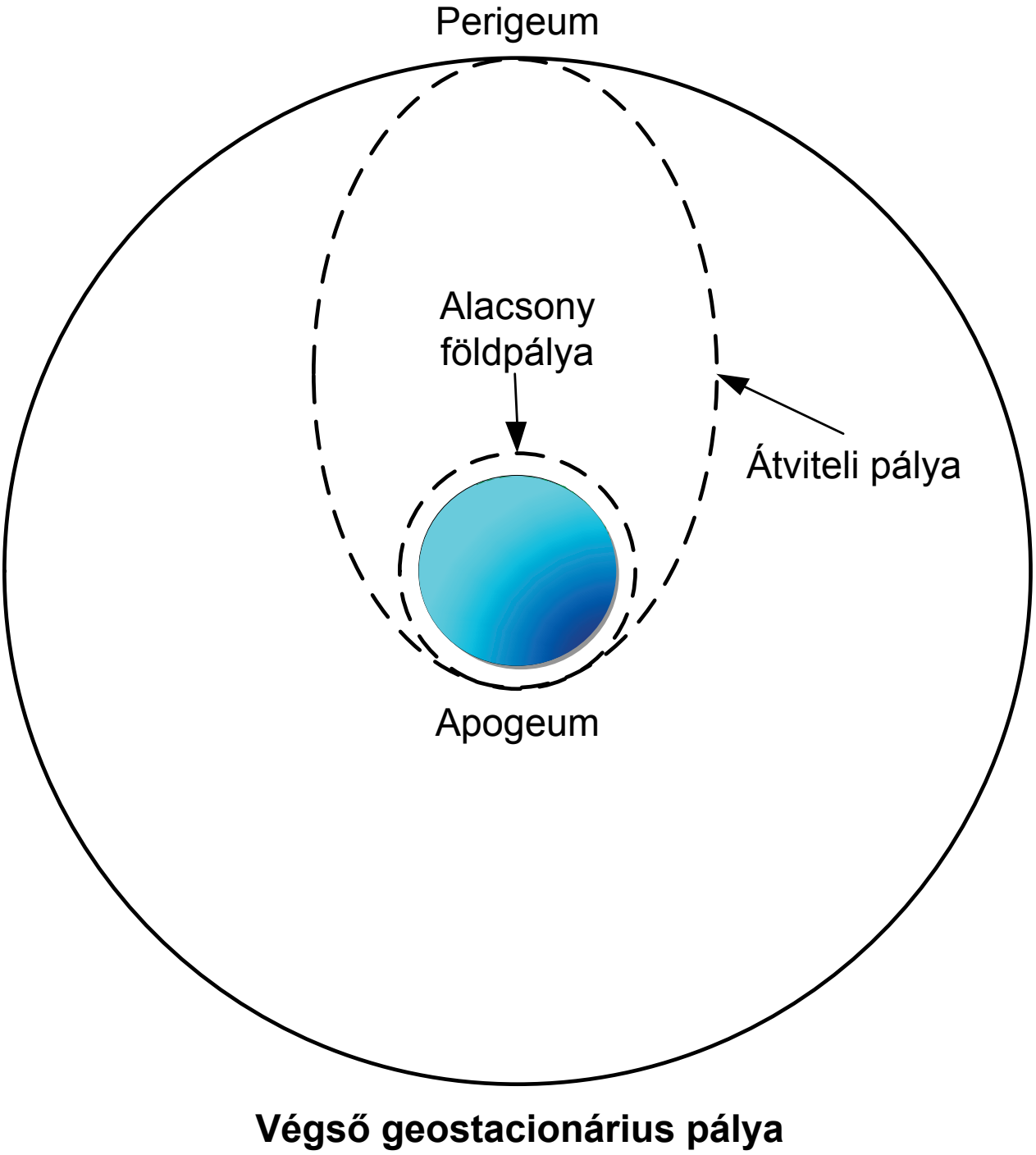


2.5.- 6. ábra GEO műholdak

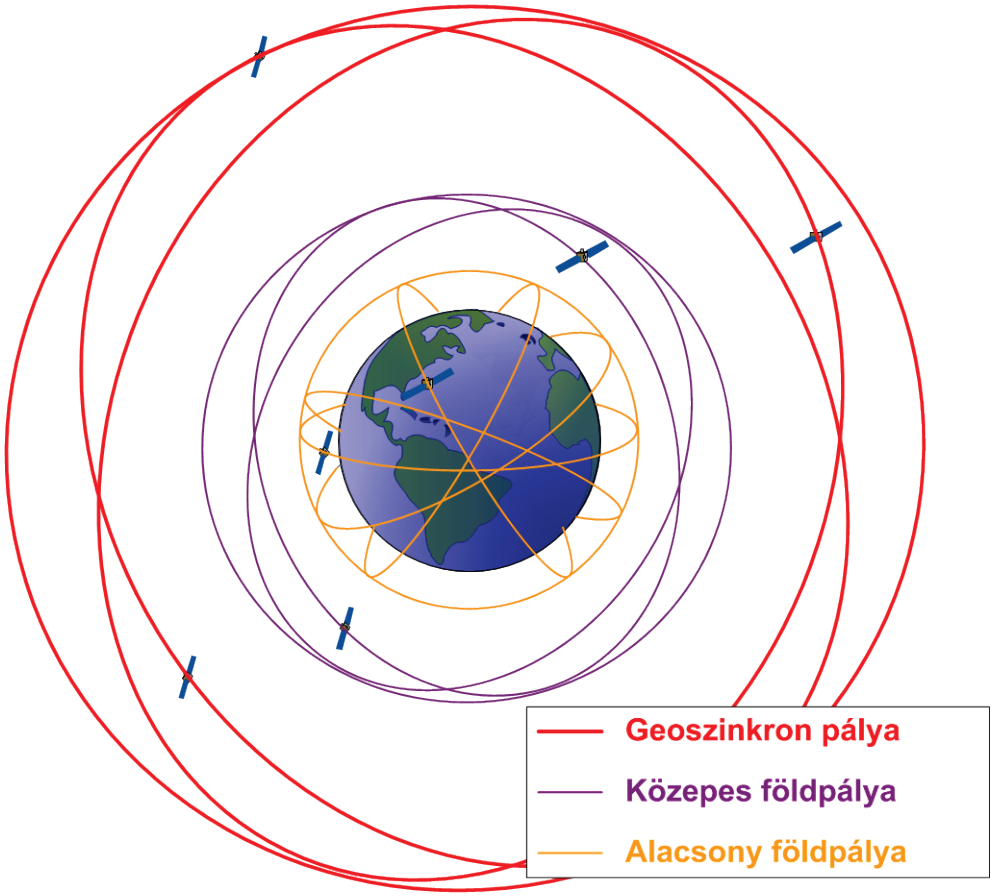
A fentiekben leírt magas energiaköltség úgy csökkenthető, ha alacsony pályás műholdakat (LEO-MEO) használunk jelátvitelére. (2508. ábra)

A LEO (*Low Earth Orbit*) műholdak pályamagassága tipikusan 500–1 500 km között, míg a MEO (*Medium Earth Orbit*) műholdak pályamagassága 5 000–12 000 km között van. Ezek a műholdak már nem tartják helyzetüket a Föld felszínéhez képest és alacsonyabb magasságuk miatt kisebb területet fednek le, így értelemszerűen több kell a teljes lefedettség eléréséhez. A legelterjedtebb műhold rendszerek, melyek alkalmasak telemetriai és adatátviteli feladatokra: a GlobalStar, Iridium, ICO, Ellipso, ACeS, Thuraya, Orbcomm, Teledesic.

A kis műholdak tipikus felhasználási területe ugyanis a „store and forward” kommunikáció, amely nagyon gazdaságos hírközlési lehetőséget biztosít igen távoli földi pontok között (TCP/IP is). Ezen kommunikáció lehet fix-fix, fix-mobil, vagy mobil-mobil állomások közötti. Ilyen típusú hírközlő rendszerek széleskörűen alkalmazhatók például logisztikai feladatok ellátására, áruszállítás esetén az áru követésére, flotta követésre, mentési feladatok ellátására, a katasztrófavédelemben, vadon élő állatok követésére, stb. A kis műholdak tipikusan egyetemekhez kapcsolódnak, vagyis legtöbbjük egyetemek közreműködésével jött létre, így amellett, hogy valós igényt elégítenek ki, fontos szerepük van az oktatásban, oktatáshoz kapcsolódó kutatási feladatokban.



2.5.- 7. ábra A műholdak geostacionárius pályára állítása



2.5.- 8. ábra Alacsony pályás műholdak (LEO-MEO)

Hálózati biztonság

Jelszó

Rengeteg helyen rendelkezhetünk valamilyen jelszóval, mely általában arra szolgál, hogy ennek közlésével bizonyíthatjuk jogosultságunkat az elvégezni kívánt műveletekhez. A jelszó egy jelsorozat, általában olvasható karakterekből áll, de ennek ha megfelelően titkosított a program, begépeléskor nem jelenik meg a képernyőn. Ez az egyik biztosítéka annak, hogy illetéktelen személy a monitorról ne tudja leolvasni. A jelszavakat célszerű a tárolásra titkosítani, ezért van az,

hogy ha elfelejtjük, gyakran a szolgáltató sem tudja rekonstruálni nekünk, hanem újat készít. A hálózatra kerülő információk lehallgathatóak, ezért a jelszavak a hálózaton is kódolva utaznak, ha az igénybe vett szolgáltatás valóban „ad magára”, de nem minden esetben.

Mit tehetünk mi azért, hogy az általunk használt jelszó biztonságos legyen? Semmiképp se adjuk meg az azonosítónkat (login) jelszóként is, és nem célszerű valami közeli hozzátartozó neve sem (nem csak a filmekben tudják kitalálni). Egyáltalán az a legjobb, ha a jelszó nem értelmes szó, és egyaránt tartalmaz betűt és számot is. Ne adjuk ki a jelszavunkat másnak! Esetenként, vagy bizonyos időközönként változtassuk meg!

Keylogger

Nos, a jelszavak biztosítása ürügyén leírtakat akár mind el is felejthetjük, ha egy ilyen programot valaki sikeresen üzembe helyez a gépünkön. A keylogger figyeli a billentyűzetleütéseket, és naplózza azokat, rögzítve, hogy mikor, és milyen alkalmazást futtatva gépeltük be azokat, majd bizonyos időközönként elküldi egy megadott e-mail címre. Természetesen ez ellen is lehet védekezni, azonban a védekezés is kockázattal jár. Ha biztosak vagyunk abban, hogy a gépen tudunk úgy elhelyezni fájlt, hogy azt más nem tudja olvasni, akkor abban tárolhatjuk a jelszavainkat, és a belépéskor begépelés helyett csupán csak bemásoljuk azokat, így csak egy Ctrl+C – Ctrl+V leütés sorozatot érzékel a kémprogram. Ugyanennyire kényelmes és egyben biztonságos a böngészők azon szolgáltatása, hogy megjegyzik az azonosítónkat és a hozzá tartozó jelszót, de ez is csak akkor célszerű, ha tudjuk, más nem fér hozzá a géphez.

2.6. FIZIKAI ADATBIZTONSÁG

Az informatika világában, amikor a legtöbb adatot már digitális formában szerzünk és tárolunk, nagy jelentősége van az adatbiztonságnak. A papír alapú anyag kezelése és biztonságos tárolása jól kidolgozott és rutinszerűen alkalmazott (pl. tűzálló szekrények) módszer, ami több száz év tapasztalatait ötvözi. Az elektronikus dokumentumok rendszerezésének és kezelésének gyakorlata ezzel szemben alig pár évtizedes múltat mondhat magáénak.

A rendszerösszeomlásokból és az adatvesztésekből eredő károk ellen gondosan kidolgozott szabályokkal és eljárásokkal védekezhetünk. Az adatvesztéseknek számos oka lehet, ezek közül a leggyakoribbak:

- Vírusok és egyéb külső támadások
- Hardverhibák
- Alkalmazottak hibái
- Tűzesetek

Az adatvesztések elkerülésénél a kulcsszó a megelőzés, mivel egy jól felépített adatbiztonsági rendszerrel a legkisebb mértékűre lehet szorítani a keletkezett kárt.

Az intézményi működés alapján megalkotott Katasztrófa-helyreállítási terv (Diseaster Recovery Plan, DRP) képezi a védekezés alapját. A katasztrófa-helyreállítási tervezés a katasztrófának az informatikai rendszerek kritikus elemeire vonatkozó hatásait elemzi és tervet ad olyan globális helyettesítő megoldásokra, valamint megelőző és elhárító intézkedésekre, amelyekkel a bekövetkezett katasztrófa után az informatikai rendszer funkcionalitása eredeti állapotában visszaállítható a lehető leggyorsabban. Rendkívül lényeges az esetleges hibák továbbterjedésének megakadályozása, hogy a rendszer kritikus fontosságú funkciói a meghibásodás után a lehető leghamarabb elérhetők legyenek. A katasztrófa-elhárítás legfőbb célja, hogy a szervezet legfontosabb folyamatainak esetében ne alakulhasson ki egy előre meghatározott szintnél nagyobb veszteség.

Biztonsági módszerek

A legfontosabb módszer a biztonsági mentések rendszere. Nagyon sokszor nem is az a baj, hogy a cégeknek nincsenek biztonsági mentéseik a rendszereikről és az adataikról, hanem az, hogy ezeket nem ellenőrzik. Így könnyen előfordulhat, hogy rossz mentések birtokában hiszik biztonságban az adataikat. Sokszor a hibák pedig csak későn derülnek ki, vagyis akkor, amikor a mentéseket vissza kellene tölteni.

Többféle biztonsági mentési eljárás vált gyakorlattá az elmúlt években, aminek használhatósága elsősorban a szervezet működési jellegétől függ. A két fő technológia

- a teljes, időszaki mentés
- valamint a folyamatos mentés.

Mindkét módszer lényege, hogy az adatokat egy – lehetőleg a védendő adatot tároló számítástechnikai eszköztől térben jól elkülönülő – adathordozóra mentsük. Ezáltal az eredeti adatok helyreállíthatóak az utolsó mentés szerinti állapotba és csak a mentés óta eltelt idő adatai vesznek el.

Teljes, időszaki mentés

A klasszikusan használt eljárás a teljes, időszaki mentés. Ebben az esetben az adott számítástechnikai eszköz teljes (esetenként csak egy lehatárolt részének, például egy könyvtárának) teljes tartalmát egy külső adathordozóra mentjük. Az adathordozó többféle is lehet, attól függően, hogy mekkora mennyiségű adatról van szó (lásd. az alábbi táblázatban).

A mentések gyakoriságát a DRP írja elő, jellemzően 24 óránként történik a mentés. Nagyon fontos, hogy ne csak egy mentés legyen, hanem legalább kettő. Ezzel kivédhető, hogy ha a mentési folyamat közben következik be katasztrófa, akkor még legyen egy biztonsági mentési példány.

A módszer előnye

- a nagy fizikai biztonság (mivel az adathordozókat könnyebb fizikailag – például tűz ellen – biztonságba helyezni, mint egy teljes, használatban lévő gépet),
- jól véd az emberi hibák ellen (mivel az adathordozók csak fizikailag férhető hozzá így, egy hackertámadás vagy emberi mulasztás miatt bekövetkező adatvesztés ellen védve vannak).

A módszer hátránya

- a mentés idejére célszerű nem dolgozni a mentés alatt lévő eszközön, ezért azt jellemzően munkaidőn túl kell végrehajtani (személyi számítógépek esetén ezért a dolgozónak jellemzően bekapcsolva kell hagyni a gépet munkaidő után, ami fokozott tűzveszélyt jelent a felügyelet nélkül hagyott eszközök miatt és felesleges áramhasználatot, ami nem összeegyeztethető egy felelősen gondolkodó cég környezetpolitikájával).
- nehezen kivitelezhető hordozható számítógépek esetén, mivel azok rendszeresen elhagyják a szervezet informatikai területét

2.6.- 1. táblázat Teljes, időszaki mentésre leggyakrabban használt eszközök összehasonlítása

	Kapacitás	Előny	Hátrány
Mágneslemez (floppy-disk)	1,44 MiB	Nincs	Kis kapacitás Lassú adatátvitel Sérülékeny
CD lemez	600-700 MiB	Mindenhol elérhető	Kis kapacitás Lassú adatátvitel Sérülékeny
Pen-Drive	0,1-256 GiB	Kis méretű Nagy sérüléstűrés	Teljes mentéshez kicsi a kapacitása Kapacitásához mérten drága
DVD lemez	4,7-9,6 GiB	(Új rendszerekben) mindenhol elérhető	Teljes mentéshez kicsi a kapacitása Sérülékeny
Szalagos háttértár	1-~500 GiB	Kapacitásához mérten a legolcsóbb Nagy kapacitás	Egyszeri nagyobb befektetést igényel Sérülékeny
Külső merevlemez	60-~3000 GiB	Nagy kapacitás Gyors adatátvitel Nagy adatbiztonság Hosszú élettartam	Egyszeri nagyobb befektetést igényel

Folyamatos mentés

A Tükrözésnek (mirroring) is nevezett eljárás alapelve, hogy egy adathordozó tartalmának változásakor egy (vagy több) másik – jellemzően ugyan olyan tulajdonságokkal rendelkező – adathordozón is bekövetkezik a változás. Azaz minden pillanatban lesz két azonos rendszerünk, így az egyik hibája esetén rövid időn belül folytatni lehet a munkát. Ezt az eljárást meg lehet valósítani fizikailag egy helyen (ilyen lehetőség az úgynevezett RAID rendszerrel összekapcsolt merevlemezek egy számítógépen belül) de fizikailag távol lévő egységek között is (klasszikus Tükrözés).

A klasszikus eljárások mellet napjainkban terjed egy új módszer is, aminek az alapját a fájlcserélő hálózatok adták. Lényege, két vagy több gép úgynevezett Peer-to-Peer (P2P) kapcsolatba lép egymással és egy jól meghatározott könyvtárcsoport minden változását azonnal átvezeti a számítógépek között. Erre a feladatra vannak ingyenes (például a Microsoft® által üzemeltetett FolderShare™ rendszer) illetve számos fizetős, az ingyenes szolgáltatókhoz képest jelentős többletszolgáltatásokat nyújtó rendszerek.

A folyamatos mentési eljárások nagy előnye, hogy azonnal átvezetik a változásokat, így az adatvesztés mértéke legalacsonyabbra szorítható fizikai hiba esetén. Hátránya is ebből adódik: mivel nemcsak az új adatokat rögzíti a rendszer, hanem például egy fájl törlését is. Ezért figyelmetlenségből vagy szándékos beavatkozásból származó adatsérülések is azonnal átkerülnek a biztonsági rendszerbe.

Összefoglalás

A feladat: Az informatikai rendszert az előre nem kalkulálható elemi károk, hardver vagy szoftver összeomlások esetén újra használatba kell venni és biztosítani kell a folyamatos üzletmenetet.
Megoldás: A szervezeti folyamatokhoz illeszkedő terv készítése, amely tartalmazza az előre nem kalkulálható, rendkívüli események várható hatásait, a hibák kiküszöbölését és a rendszer gyors és hatékony helyreállítását. Szintén követelmény az elkészített terv rendszeresen tesztelése.

Előnyök:

- Váratlan esetben rendelkezésre álló, dokumentált helyreállítási terv nagy biztonságot jelent egy rendszer helyreállításánál.
- A helyreállítás gyorsasága és szakszerűsége az üzletmenet folyamatossága révén tényleges, anyagi előnyöket eredményez.

Szempontok:

- A vállalat vagy intézmény ne legyen kiszolgáltatva egyetlen, vagy néhány informatikus fejében tárolt tudásnak, a katasztrófahelyzetek megszüntetését ne veszélyeztessék szubjektív összetevők.
- Az informatikai rendszer működésének ellehetetlenülése esetén fellépő anyagi károk előzetes meghatározása alapvető szempont az érintett eszközök kijelöléséhez és a szükséges folyamatok kialakításához.

Mentési eljárások:

- Teljes, időszakos mentés: meghatározott időközönként teljes adatmentésre kerül sor, amit utána fizikailag elzárható katasztrófa esetére, ami lassú, de nagy biztonságot nyújtó módszer.
- Folyamatos mentés: minden változás azonnal átkerül egy úgynevezett tükörrendszerre, ami gyors, de csak részleges adatbiztonságot nyújtó módszer.
- Kombinált mentés: a két eljárás ötvözése, ahol minden változás azonnal átkerül egy tükörrendszerre, amin időnként teljes mentést végzünk. Legjobb elérhető adatbiztonság.

Kérdések

01 Miért kell és mit tartalmaz a Katasztrófa-helyreállítási terv?

02 Mi a lényege a teljes, időszaki mentésnek?

03 Mi a lényege a folyamatos mentésnek?

04 Mi a legnagyobb adatbiztonságot nyújtó eljárás?

2.7. ELEKTRONIKUS ADATOK HASZNÁLATÁNAK JOGI HÁTTERE

Mint minden szellemi terméket, így az elektronikus adatokat is jogszabályok védik. Ezeket két részre kell választani: szerzői és vagyoni jogokra.

A szerzői jog

A szerzői jog azt illeti, aki a művet megalkotta. Ha a műnek egyéni, eredeti jellege van, szerzői jogi védelem alatt áll a mű átdolgozása, feldolgozása vagy fordítása is.

Amennyiben több szerző közösen hoz létre egy új művet, és annak részei nem használhatók fel önállóan, a szerzői jog együttesen illeti meg a szerzőtársakat.
Ha a közös mű részei önállóan is felhasználhatók (összekapcsolt művek), a saját rész tekintetében a szerzői jogok önállóan gyakorolhatók.
Gyűjteményes mű esetén szerzői jog a szerkesztőt illeti meg.

Az adatbázisok védelme eltér a hagyományos szerzői jogi védelemtől, ugyanis nem az egyéni-eredeti jelleget részesíti védelemben a jogalkotó, hanem az adatbázis létrehozójának jelentős anyagi és időráfordítását méltányolja ekképpen.

Az adatbázis szerzői jogi szempontból releváns meghatározása a következő tartalmi elemeket foglalja magába:

- adatok valamilyen rendszer szerinti gyűjteménye,
- ahol a rendezési elv szellemi tevékenység eredménye,
- az adatok elektronikus úton egyedileg hozzáférhetők,
- és az adatbázis előállítása jelentős anyagi, szellemi, valamint időráfordítással jár.

A szerző jogai

A szerzőt a mű létrejöttétől kezdve megilletik a szer-zői jogok, melyek két csoportra oszthatók:

Személyhez fűződő jogok

A szerző személyhez fűződő jogait nem ruházhatja át, azok másra nem szállhatnak át és a szerző érvényesen nem mondhat le róluk.

Vagyoni jogok

A vagyoni jogok a személyhez fűződő jogokkal ellentétben örökölhetők, róluk halál esetére rendelkezni lehet, meghatározott esetekben és feltételekkel átruházhatók, illetve átszállnak.

A védelmi idő

A szerzői jogok a szerző életében és halálától számított hetven éven át részesülnek védelemben.

A szerzői joghoz kapcsolódó (szomszédos) jogok védelmi ideje a teljesítményt követő év első napjától számított ötven év.

A kérdést szabályozó jogszabályok (2006. szeptemberi állapot)

Az alábbi adatbázis alapjául a MSZH adatbázisa szolgált (http://www.hpo.hu/jogforras/jogforras_szjog)

Magyar jogszabályok

- A hatályba lépett módosításokkal egységes szerkezetbe foglalt 1999. évi LXXVI. törvény a szerzői jogról (módosította a 2001. évi XLVIII. törvény; a 2001. évi LXVII. törvény; a 2003. évi CII. törvény [hatályos 2004. május 1. napjától]; a 2003. évi CXXV. törvény; a 2004. évi LXIX. törvény [hatályos 2004. július 10. napjától])

- 117/2004. (IV.28.) Korm. rendelet a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény 38. §-ának (5) bekezdésében szabályozott szabad felhasználás esetében a nyilvánosság egyes tagjaihoz való közvetítés és a számukra történő hozzáférhetővé tétel módjának és feltételeinek meghatározásáról
- 18/2006. (IV. 12.) IM rendelet a Magyar Szabadalmi Hivatal által vezetett önkéntes műnyilvántartás részletes szabályairól
- 2001. évi CVIII. törvény az elektronikus kereskedelmi szolgáltatások, valamint az információs társadalommal összefüggő szolgáltatások egyes kérdéseiről
- 156/1999. (XI. 3.) Korm. rendelet a Szerzői Jogi Szakértő Testület szervezetéről és működéséről
- 158/2000. (IX. 13.) Korm. rendelet a reprográfiára szolgáló készülékek körének meghatározásáról
- 16/1999. (XI. 18.) NKÖM rendelet a szerzői és a szomszédos jogok közös kezelését végző testületek nyilvántartásának szabályairól
- 1952. évi III. törvény a polgári perrendtartásról
- 1959. évi IV. törvény a Polgári Törvénykönyvről (VII. fejezet: A személyhez és a szellemi alkotásokhoz fűződő jogok)
- 1978. évi IV. törvény a Büntető Törvénykönyvről (329./A-C §-ok)
- 1979. évi 13. törvényerejű rendelet a nemzetközi magánjogról (19.§)
- 161/1998. (IX. 30.) Korm. rendelet a nemzeti kulturális örökség miniszterének feladat- és hatásköréről
- 86/2000. (VI. 15.) Korm. rendelet a Magyar Szabadalmi Hivatalról
- A Kormány 2367/2002. (XII.13.) Korm. határozata a Magyar Köztársaságnak a Kereskedelmi Világszervezet mellett működő Állandó Képviseletén, Genfben külszolgálatot teljesítő szellemi tulajdonjogi szakdiplomata tevékenységéhez szükséges pénzügyi és létszám-előirányzatok biztosításáról
- Szellemi tulajdonjogok megsértése miatt indított perben hozott határozat végrehajtása - a 2005. évi CLXV. törvénnyel módosított, a bírósági végrehajtásról szóló 1994. évi LIII. törvény 184/A. § 2006. április 15-étől hatályos szöveg
- 1995. évi CXVII. törvény a személyi jövedelemadóról [39.§ (2) bekezdés]
- 1992. évi LXXIV. törvény az általános forgalmi adóról (15-16.§)

Közösségi jogszabályok

- Az Európai Parlament és a Tanács 2004/48/EK irányelve a szellemi tulajdonjogok érvényesítéséről (közzétéve: 2004. április 29.)
- A Tanács 91/250/EGK irányelve a számítógépi programok jogi védelméről 91/250/EGK irányelv magyarul
- A Tanács 92/100/EGK irányelve a bérleti jogról és a haszonkölcsönzési jogról, valamint a szellemi tulajdon területén a szerzői joghoz kapcsolódó bizonyos jogokról 92/100/EGK irányelv magyarul

- A Tanács 93/83/EGK irányelve a műholdas műsorsugárzásra és a vezeték útján történő továbbközvetítésre alkalmazandó szerzői jogra és a szerzői joggal kapcsolatos jogokra vonatkozó egyes szabályok összehangolásáról
  93/83/EGK irányelv magyarul
- A Tanács 93/98/EGK irányelve a szerzői jog és egyes kapcsolódó jogok védelmi idejének összehangolásáról
  93/98/EGK irányelv magyarul
- A Parlament és a Tanács 96/9/EK irányelve az adatbázisok jogi védelméről
  96/9/EK irányelv magyarul
- A Parlament és a Tanács 2001/29/EK irányelve az információs társadalommal kapcsolatos szerzői és szomszédos jogokról
  2001/29/EK irányelv magyarul
- A Parlament és a Tanács 2001/84/EK irányelve az eredeti képzőművészeti alkotás szerzőjének javára szóló újraeladási jogról
  2001/84/EK irányelv magyarul

Nemzetközi jogszabályok

- Egyetemes Szerzői Jogi Egyezmény
  (Kihirdette az 1975. évi 3. törvényerejű rendelet)
- A szellemi tulajdon kereskedelemmel összefüggő kérdéseit szabályozó egyezmény
  1998. évi IX. törvény az Általános Vám- és Kereskedelmi Egyezmény (GATT) keretében kialakított, a Kereskedelmi Világszervezetet létrehozó Marrakesh-i Egyezmény és mellékletének kihirdetéséről
  (Kihirdette az 1998. évi IX. törvény)
- Az irodalmi és a művészeti művek védelméről szóló Berni Egyezmény
  (Kihirdette az 1975. évi 4. törvényerejű rendelet)
- A hangfelvételek előállítóinak védelmére, hangfelvételeik engedély nélküli sokszorosítása ellen létrejött Genfi Egyezmény
  (Kihirdette az 1975. évi 18. törvényerejű rendelet)
- Az előadóművészek, a hangfelvétel-előállítók és a műsorsugárzó szervezetek védelméről szóló Római Egyezmény
  (Kihirdette az 1998. évi XLIV. törvény)
- WIPO Szerzői Jogi Szerződés
  (Megerősítette az 57/1998. (IX. 29.) OGY Határozat)
- WIPO Előadásokról és a Hangfelvételekről szóló Szerződés
  (Megerősítette az 57/1998. (IX. 29.) OGY Határozat)

Kérdések

01 Miért a különbség a személyhez fűződő és a vagyoni jogok között?

2.8. MULTIMÉDIA ALAPÚ ADATOK KEZELÉSI ÉS RENDSZEREZÉSI SZABVÁNYAI

Az információk értelmezése sokkal könnyebb az emberek számára, ha képi illetve egyes esetekben hang alapú információként jut el hozzá. A képi és hang információ számtalan formában eltárolható, ezek közül a legjellemzőbbekre vonatkozó előírások kerülnek bemutatásra. Minden információ eltárolásánál a minőség és a méret között kell egyensúlyt alkotni. Ezzel kapcsolatban fontos kiemelni, főleg a mai olcsón beszerezhető tárkapacitás mellet, hogy lehetőleg minden esetben veszteség-mentes tömörítési eljárást használjunk.

A kodek (angolul codec) a „coder/decoder” (kódóló/dekódoló) kifejezésből alkotott szó, amely egy adat- vagy jelfolyam átalakítására szolgáló eszközt vagy programot fed. Míg régebben e rendszereket jellemzően katonai, titkosítási célokra használták, manapság inkább mulitédia tartalmak kezelésére használjuk, a klasszikus rejtjelezési eljárásra pedig a (de)crypter szópárt használjuk. Egy kodek átalakíthat egy adat- vagy jelfolyamot egy kódolt formátummá, ugyanakkor képes dekódolni is azt a formátumot, egy akár megtekintésre, akár kezelésre jobban alkalmas formátummá. Gyakran használnak kodekeket videókonferenciás és streaming média megoldásokhoz. (Streaming médiának nevezzük azt az eljárást, amikor egy multimédiás anyag nem teljes egészében áll rendelkezésre a megjelenítő eszközön, hanem csak az éppen megjelenített információt – például az adott képkocka információját – kapja meg az eszköz. Ezzel jelentősen lehet csökkenteni az átvitt adatát mennyiségét.)

A hang vagy videó adatok nyers kódolt formáját nevezik esszenciának ("essence"), megkülönböztetésként a metadata információs tartalomtól, amellyel együttesen alkotják magának a "stream"-nek az információs tartalmát. Ehhez a csoportosításhoz még egy ún. "wrapper" (csomagoló) is járulhat, ami elősegíti a stream-hez való hozzáférést és annak robosztusságát.

A kodek nem keverendő össze a videófájl-formátummal, ami a kodek által kódolt hang/kép információ tárolására szolgál. A leggyakoribb hang/kép fájlformátumok, mint pl. ".ogg", ".mpg", ".avi", ".mov", stb. egy, de akár több különböző kodekkel kódolt információt is tárolhat. (Például ".avi" lehet DivX, de akár XVid is.)
(Irodalom: Wikipedia - http://hu.wikipedia.org/wiki/Kodek)

Állókép formátumok

Állóképek tárolásánál gyakorlatilag a képpontokra vonatkozó színinformációkat (RGB, CMYK, stb.) tároljuk el. Ennek módja alapján két csoportra osztjuk a formátumokat:
veszteség mentes tömörítés: a képi információ minden képpontjára az eredeti – készítésekor előállított – adatokat őrizzük meg, az ezek által elfoglalt helyet legfeljebb valamilyen adatok,

szoftverek tömörítésére használt eljárással csökkenjük, ami biztosítja a maradéktalan visszaállítás lehetőségét. Ilyen formátumok például: BMP, GIF, egyes TIFF, stb.
veszteséges tömörítés: a képi információnak a jellegét őrzik meg, amiből az emberi szem számára általában észrevehetetlen információktól eltekintve vissza lehet állítani az eredeti képet. Az elveszett információ mennyisége a tömörítés fokával arányos. Az eljárás előnye a jelentős helyigény-csökkenés (lásd. táblázat), ami elsősorban távolsági adatátvitel esetén fontos. Egyik jelentős hátránya az információvesztés, ami főleg egyes képrészletek nagyításánál szembetűnő. A másik jelentős hátrány, hogy minden művelet – például forgatás, színkorrekció, stb. – esetén újabb információk vesznek el, ami végső soron az információ teljes elértéktelenedéséhez vezet. Ilyen formátumok például: JPG, PNG, stb.

Mozgókép formátumok

A mozgóképek tárolása esetén nem elég a formátumot tisztázni, hanem jelezni kell, hogy az Európában és Ázsiában elterjedtebb PAL vagy az Amerikai NTSC szabvány szerint készült anyagról van-e szó. A két szabvány nem összeegyeztethető egymással, így például a PAL formátumú DVD lemez NTSC szabványú TV/DVD készülékeken nem játszhatók le. A számítástechnikai eszközökön keresztül történő megjelenítést ez nem befolyásolja, mert a monitorok és egyéb kivetítő eszközök harmadik szintén nem összeegyeztethető szabványt használ, amire mind a PAL mind a NTSC formátumot át kell alakítani. Nagy várakozás előzte meg a moziszerű élményt nyújtó HDDVD illetve HDTV szabványt, hogy feloldja a rengeteg problémát okozó kettős szabványt, de sajnos az érdekcsoportok megakadályozták az egyesítést, így HDTV/HDDVD szabványból is kettő készült.

A mozgókép tárolás esetén szintén létezik tömörítés mentes formátum (natív vagy uncompressed AVI), ebben az esetben gyakorlatilag diavetítés-szerűen nagy sebességgel (például 25 kép/másodperc) lejátszunk állóképeket, ami mozgás érzetét kelti. Ez a formátum a legjobb elérhető képminőséget produkálja, de még mai kapacitásokhoz mérten is hatalmas tárhely-igénye (lásd. a táblázatban) csak igényes munkák esetén engedi meg a használatát.

2.8.- 1. táblázat Elterjedtebb mozgókép formátumok összehasonlítása

Formátum	VCD	SVCD	DVD	HDDVD HDTV (WMVHD)	AVI DivX XviD WMV	MOV Quick-Time	RM RealMedia	tömörítés nélkül
Felbontás NTSC/PAL	352×240 352×288	480×480 480×576	720×480* 720×576*	1920×1080* 1280×720*	640×480*	640×480*	320×240*	720×480* 720×576*

Formátum	VCD	SVCD	DVD	HDDVD HDTV (WMVHD)	AVI DivX XviD WMV	MOV Quick-Time	RM RealMedia	tömörítés nélkül
Video tömörítési eljárás	MPEG1	MPEG 2	MPEG2, MPEG1	MPEG2 (WMV-MPEG4)	MPEG4	Sorenson, Cinepak, MPEG4 ...	RM	-
Video bitráta (javasolt felbontás esetén)	1,15Mbps	2Mbps	2-10Mbps	~20Mbps (~8Mbps)	0,01-1Mbps	~1Mbps	~0,35Mbps	25Mbps
Audio tömörítés	MP1	MP1	MP1, MP2, MP3, AC3, DTS, PCM	MP1, MP2, MP3, AC3, DTS, PCM	MP3, WMA, OGG, AAC, AC3	QDesign Music, MP3, stb…	RM	PCM
Audio bitráta	224kbps	224kbps	<448kbps	<448kbps	128kbps*	128kbps*	64kbps*	1500kbps
Méret/perc	10 MB/perc	10-20 MB/perc	30-70 MB/perc	~150 MB/perc (~60 MB/perc)	4-10 MB/perc	4-20 MB/perc	2-5 MB/perc	1 470 MB/perc
Perc/74perc CD	74perc	35-60 perc	10-20 perc	~4perc (~10perc)	60-180 perc	30-180 perc	120-300 perc	0,4 perc
Óra/DVD	-	-	1-6óra	~30perc (~1óra)	7-18óra	3-18óra	14-35óra	0,05 óra
DVD lejátszó kompatibilitás	Nagyon jó	jó	kiváló	nincs/ kiváló	gyenge	nincs	nincs	nincs
Minőség átlagos beállítások esetén	Jó	nagyon jó	kiváló	jelenleg legjobb	nagyon jó	nagyon jó	elfogadható	jövőben elérhető legjobb

* Javasolt érték (ahol nincs csillag ott kötelező érték)

Elterjedtebb mozgókép szabványok

VCD

A VCD betűszó feloldása a Video Compact Disc. Kialakításakor az akkor már elterjedt CD lemez mozgókép tárolásra történő kialakítása volt a cél. A VCD 74-90 percnyi nagy tömörítésű (MPEG formátumú) videót és jó minőségű hangot anyagot tartalmazhat függően a lemez 650-800MB-os kapacitásától. Az így készült lemezt a ma kapható asztali DVD lejátszók nagy részén illetve már egy átlagos számítógépen is lejátszható.
Egy nagyon jó minőségű VCD megközelíti a VHS minőséget. A formátum ma már túlhaladottnak tekinthető, minden téren (méret, minőség, stb.) jobb választási lehetőségek vannak.

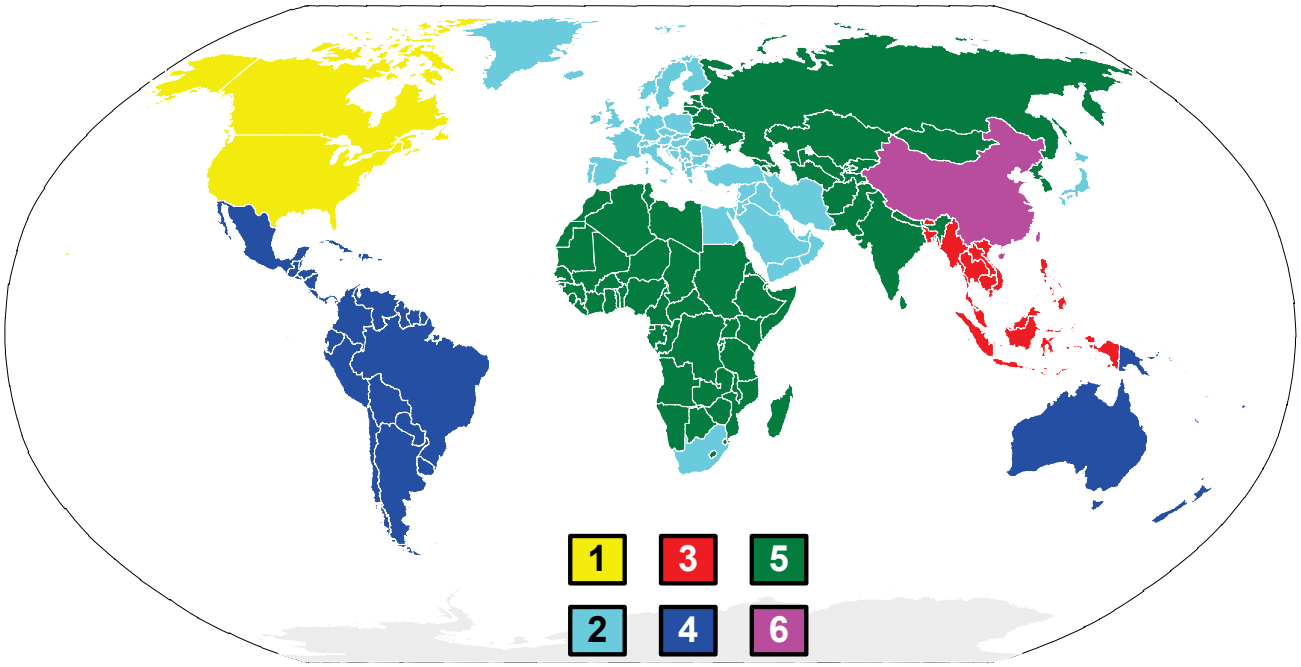
SVCD

A jobb képminőségre való törekvés miatt kifejlesztették a SVCD (Super VCD) formátumot, ami jobb képminőséget nyújt, de több helyet igényel (30-60 perc/CD). A SVCD a DVD előfutárának tekinthető, mivel ugyan azt a kódolási technikát használja mindkettő. Végül a DVD megjelenése és a filmenként szükséges 4-6 CD lemez nehézkes kezelése megakadályozta a formátum elterjedését, a technikai hasonlóság miatt viszont minden asztali DVD lejátszó képes kezelni az így készített lemezeket. A formátum szintén túlhaladottnak minősül.

DVD

A szabványosnak tekinthető formátumok legelterjedtebbike. A televíziókészülékek tudásához képest kiváló képminőséget nyújt. Fontos kiemelni, hogy a DVD (Digital Versatile Disc) nemcsak egy videoszábványt, hanem egy adathordozót is jelent, amelyből – miután az iparág vezetői szintén nem tudtak megegyezni – 7 féle van jelenleg forgalomban (DVD-R, DVD+R, DVD-RW, DVD+RW, DVD-DL, DVD+DL, DVD-RAM). A DVD szabványú mozgókép egy átlagember számára minden téren kiváló kép és hangminőséget nyújt és az igényeknek megfelelően rugalmasan változtatható a képminőség és szükséges tárterület egyensúlya.

Megjegyzendő, hogy a DVD lemezek úgynevezett régiókódokkal látják el, amiből gazdasági okokra visszavezethetően 7+1 van. (2801. ábra)



2.8.- 1. ábra DVD-k regionális lehatárolására használt kódok

HDDVD és HDTV

A HD (High Definition) előjelű formátum célja a még jobb képminőség elérése. Tapasztalatok alapján átlagos felhasználó nem képes érzékelni a különbséget egy DVD és egy HDDVD anyag között. Az így készült anyagok lejátszásához teljesen új televízió és DVD lejátszó illetve nagyon modern számítógép szükséges, ezért várhatóan erőteljes marketingkampány keretében fogják terjeszteni. A mozgókép kódolási eljárás megegyezik a SVCD-vel.

Egyéb mozgókép tároló rendszerek

A fenti szabványosnak tekinthető mozgókép tömörítési eljárásokon kívül még számos rendszert találhatunk (gyors felmérésem alapján 2006. októberében 108 fajta volt forgalomban). Ezek egy része kereskedelmi megfontolásból jött létre (például egy grafikai cég nem akart megvenni semmilyen külső cég által fejlesztett eljárást, ezért írt egyet). Más esetben egy befutott, kereskedelmi forgalomban lévő eljárásnak készítették el az ingyenes megfelelőjét (például QuickTime® és QTAlternative vagy DivX és XVid rendszerek). E rendszerekről részletes információ szerezhető több internetes forrásból (például: www.mplayerhq.hu/Docs/).

Digitális Jogvédelmi Rendszer

A Digitális Jogvédelmi Rendszer (DRM – Digital Rights Management) a mozgókép (és hanganyagok) illetéktelen másolását hivatott megakadályozni. E módszerek nagy hátránya, hogy jelentősen korlátozza a felhasználót szerzett jogainak érvényesítésében.

Hangformátumok

(Irodalom: Wikipédia - http://hu.wikipedia.org/wiki/Hangt%C3%B6m%C3%B6r%C3%ADt%C3%A9s)

Hangtömörítés

A hang információ tárolása szintén jelentős helyigényű tevékenység. Ezért a tömörítési eljárások fő célja az – hasonlóan a mozgókép-tömörítési eljárásokhoz –, hogy a nagy adatmennyiséget tartalmazó hanganyagok méretét csökkentse, és így gazdaságosabbá tegye tárolásukat, illetve lehetővé tegye azok tárolását korlátozott kapacitású médiákon (mint amilyen például a CD, DVD és Pen-Drive).

A hanganyag kitömörítésekor és sokszor betömörítésekor is elengedhetetlen a valós idejű eljárások alkalmazása (ez azt jelenti, hogy a ki- és betömörítés nem tarthat tovább, mint a feldolgozott anyag jelfolyam valós időben mért hossza, mivel ilyenkor szakadás következhet be). Jelenleg két népszerűbb tömörítésmentes formátum ismert a VAW (a Microsoft® által támogatott formátum), és a PCM (e formátumot használják, ha minőségi munka a cél).

Veszteségmentes hangtömörítés

A veszteségmentes tömörítés lényege az, hogy az adatok mérete csökken amellett, hogy annak minősége bármilyen módon változna; adatvesztés nem következik be. Bár veszteségmentes tömörítésre fel lehetne használni bármilyen adattömörítésre használható eljárást (például ZIP eljárás), a hanganyagok egyedi jellegzetességei miatt jelentősen jobb eredmény érhető el kifejezetten a célra kifejlesztett eljárásokkal.

A veszteségmentesen elérhető méretcsökkenés jelentősen kisebb, mint a veszteségesen elérhető, tipikus mértéke 15%–50%.

Népszerűbb eljárások:

- Free Lossless Audio Codec - FLAC
- Apple Lossless - ALAC
- Monkey's Audio - APE
- Shorten - SHN
- WMA Lossless - WMA
- The True Audio codec – TTA
- Vawpack - VW

Veszteséges hangtömörítés

A hangtömörítési eljárások nagy része veszteséges tömörítés, vagyis a tömörítés folyamán információ vész el: a cél az, hogy ez az információvesztés ne okozzon hallható minőségromlást, illetve a minőségromlás minél kisebb legyen. Az, hogy ezt a célt mennyire sikerül elérni (vagyis hogy egy adott mértékű tömörítés esetén mekkora a minőségromlás) határozza meg az eljárás sikerességét, jóságát.
Szigorúan véve ezen eljárások nem adattömörítések, hanem lényegtelen adatokat mellőző kódolások (irrelevance coding), mivel adatvesztést okoznak. De ezeket az eljárásokat jellemzően ötvözik hagyományos tömörítő eljárásokkal, így elnevezésük metodikailag is helytállónak minősíthető.

A módszer lényege az úgynevezett pszicho-akusztika, vagyis hogy az emberi fül nem minden létező hangot hall meg, illetve nem minden hangmagasságra egyformán érzékeny. Az eljárások megpróbálják a kevéssé hallott, vagy nem hallható részeket elhagyni, vagy beolvasztani a jobban hallható részekbe úgy, hogy ezzel adatcsökkenést tudjanak elérni (ennek részleteit a Zaj- és rezgésvédelem tárgy ismerteti).

Mivel a kódolások adatvesztéssel járnak, és az eltérő eljárások eltérő módon okoznak adatvesztést, minden ezen eljárásokkal kódolt hanganyag (veszteséges tömörítéssel való) újrakódolása vagy átalakítása jelentős minőségromlást eredményez. A minőségromlás megítélése egyedi sajátosságoktól is függ, ezért objektív állásfoglalás nem hozható az ügyben, hogy melyiknek jobb a minősége. Mint az már többször hangsúlyozásra került, minőségi munka esetén veszteségmentes eljárást kell használni.

Népszerűbb eljárások:

- AAC (az Apple® formátuma)
- Dolby AC-3 (több hangcsatornás formátum)
- MP2 (a DVD szabbvány audió-formátuma)
- MP3 (a jelenleg legnépszerűbb formátum)
- Musepack – MPC (nagyon kis hely és számításigényű eljárád)
- Ogg Speex (speciális beszédtömörítő eljárás)
- Ogg Vorbis (szakértők által a legjobb minőségűnek tartott formátum)
- RealAudio
- Windows Media Audio – WMA (a Microsoft® formátuma)

3. A környezeti állapot rögzítésére szolgáló rendszerek bemutatása

3.1. A földtani megismerés

A földtan (geológia) a Földet (különösen annak legfelső szilárd szféráját, a kérget) felépítő anyagokkal foglalkozó tudomány. Alapvető tématerületei az anyagi összetétellel, az anyagszerkezettel és ezek átalakulásaival foglalkoznak, sőt az élet kőzetekben megőrzött anyagi nyomai révén a földi élet történetével is. Az anyagszerkezet általános jellemzője, hogy többféle léptékben és többféle fizikai jellemző vonatkozásában is lehet olyan egységeket találni, amelyek önmagukon belül homogénnek tekinthetőek, és diszkrét határokkal (diszkontinuitási felületekkel) választhatóak el egymástól. Amint az elektronmikroszkóp léptékében molekulák, úgy mikroszkópi léptékben ásványszemcsék, térképi léptékben kőzettestek különíthetőek el, amelyek határozott, fajra jellemző összetétellel és szerkezettel bírnak. Az összetételt és szerkezetet alakító folyamatok általános jellemzője, hogy egyes események kivételével (pl. folyók áradása, földrengések) hatásuk csak az egy emberöltőt sokszorosan meghaladó időtávon mutatkozik meg, így általában csak a régóta zajló vagy a múltban zajlott folyamatok jelenlegi eredményein keresztül tanulmányozhatóak az *aktualizmus elvé*nek[1] felhasználásával. Ezek a jellemzők eléggé megnehezítik a fizikai modellek felállítását: akár kontinuumként, akár merev testek együtteseként fogjuk fel a kőzeteket, mindenképpen hibát követünk el, a kísérleti úton való megközelítés pedig a térbeli és az időbeli léptékek miatt nem lehet teljesen analóg a valós körülményekkel.

Bár a földtan közege mindenütt jelen van, a *közvetlen* hozzáférés több tényező által korlátozott. A kőzettesteknek eleve csak a felszíne nyitott az ember számára, de az sem mindenütt. A Föld felszínét nagyrészt víz (tenger), jég, növényzet és talaj borítja, amiket át kell szelni, illetve el kell távolítani a kőzetekhez való hozzáférés érdekében. Csupán a sivatagok és az örök hóval nem borított, sziklás magashegységek nyújtanak nagy kiterjedésű szabad kőzetfelszíneket. Máshol (így pl. egész Magyarországon) ezek területe viszonylag kicsiny, és jellemzően meredek oldalú. Az ilyen helyeket ***feltárások***nak nevezzük. *Természetes feltárások* a sziklák és az erodált, denudált térszínek (pl. partfalak), míg *mesterséges feltárások* pl. a külszíni bányák, az út- és egyéb bevágások. Még e felszíni feltárások felületéhez képest is csekély az olyan feltárások által nyújtott felszín, amelyek a kőzettestek belsejébe engednek bepillantást; ilyenek a barlangok, alagutak, bányavágatok, illetve a különböző célú, de szinte kivétel nélkül földtani információ nyerésére is felhasznált mélyfúrások. Sokkal több helyen van viszont lehetőség mintavételre akkor, ha éppen a talaj, a málladékok és a felszíni (vagy felszínközeli) vizek jelentik a vizsgálat közegét, mint az a környezetföldtani alkalmazások esetében gyakori. Ekkor is szükség lehet mesterséges feltárásokra, mint pl. árkolás, sekély mélységű fúrások, kutak készítése. Feltárások nélkül, *közvetett* módon, fizikai mezőkön keresztül is nyerhetünk adatokat az anyagminőségről és az anyagszerkezetről a

[1] Az az elv, mely szerint a jelenben zajló folyamatok felhasználhatóak a múltbeli folyamatok eredményeinek (jelenségeinek) értelmezésére. Bevezetése a földtanba elsősorban James Hutton és Charles Lyell nevéhez fűződik.

diszkontinuitások leképezésével; erre szolgálnak a geofizikai eljárások. Ezek azonban nem minden szempontból kielégítő észleletek; az anyagi (kémiai és ásványos) összetétel és a kis léptékű anyagszerkezet egzakt meghatározása jellemzően laboratóriumi munkát igényel.

A földtani adatgyűjtés mindig egy gyakorlatilag végtelennek tekinthető, de gyakran csak véges sok helyen hozzáférhető, térben kiterjedt sokaságon végzett ***mintázás***t[2] jelent. Nemcsak a lehetséges gyűjthető adatok száma nagy, hanem az adatfajtáké is. Ez óhatatlanul szubjektív elemet visz minden vizsgálatunkba, amennyiben választanunk kell, hogy miféle adatokat, mekkora kiterjedésű térrészből és milyen eljárással kívánunk begyűjteni. A minta maga is kiterjedéssel rendelkezik; mérete megválasztható úgy, hogy a kisebb léptékű változatosságra nézve reprezentatív legyen, de *a priori* nem lehetünk abban biztosak, hogy a vele egyező és nagyobb léptékekről megbízhatóan extrapolálható információt nyújt. Az adatok feldolgozására statisztikai módszereket kell igénybe venni, azonban arra is figyelemmel kell lenni, hogy az adatok nem egynemű közegből származnak, így a ***mintavétel helyé***nek, sőt sok esetben ***idejé***nek is jelentősége van; erre mutat példát a 3.1 – 1. táblázatban és a 3.1 – 1. ábrán bemutatott két geokémiai adatsor. A térbeli és időbeli trendek felismerése kulcseleme lehet a lezajlott vagy zajló folyamatok azonosításának és az ok-okozati viszonyok tisztázásának, valamint a nagyobb léptékű diszkontinuitások megtalálásának.

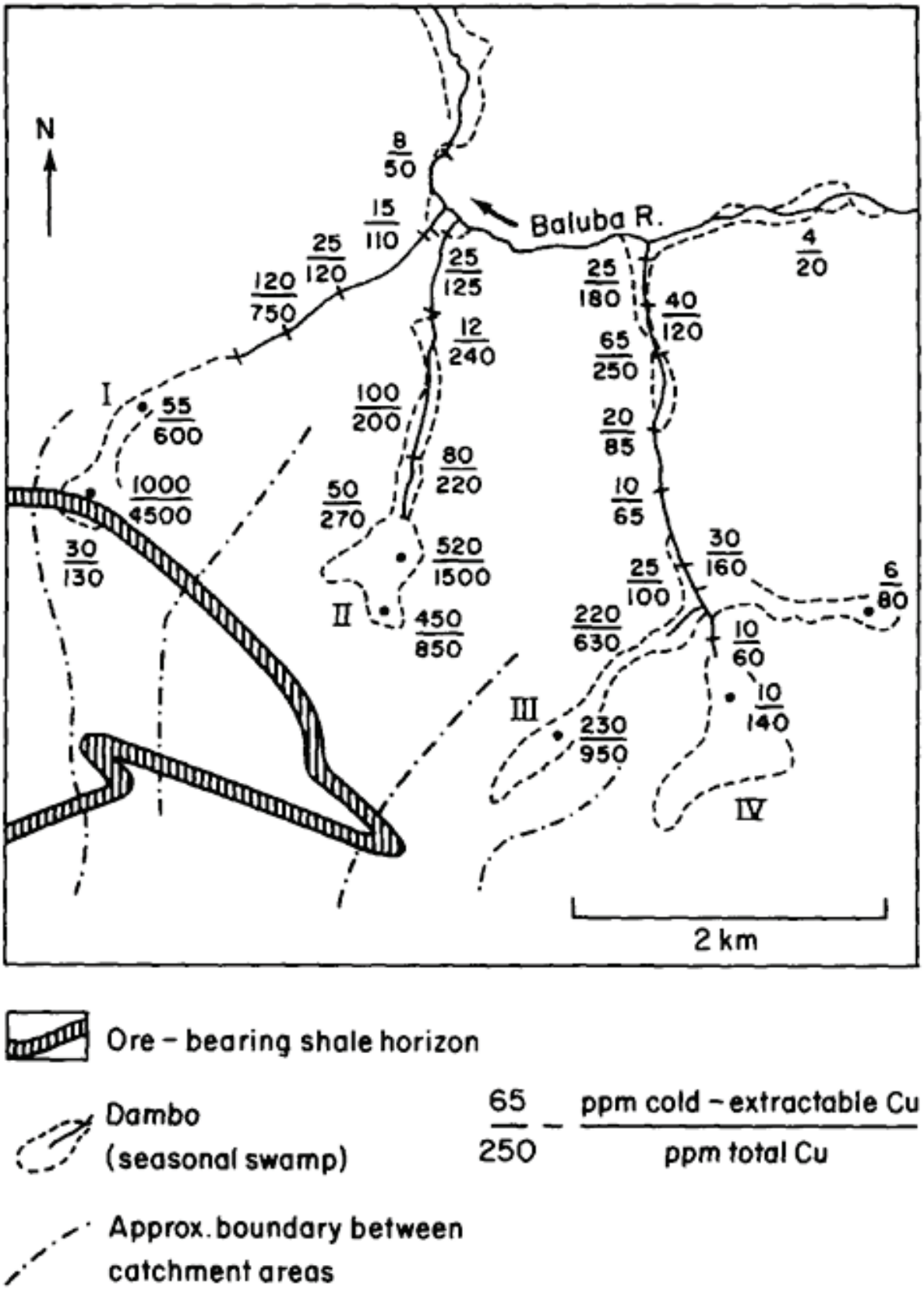
A mintavételezés megtervezésénél sok tényező olyan adottságként jelentkezik, amelyen csupán jelentős befektetéssel tudnánk változtatni – egy mesterséges feltárás készítése eszköz- és munkaigényes, és a feltárásokat nem tehetjük akárhová, pl. városok közepére –, vagy még úgy sem. Egy geofizikai mérés számára pl. általában a sík, vízszintes felszínű terület az ideális, de a valódi felszín nem mindig ilyen; a távérzékelés csak fedetlen területeken működik, örök hóval-jéggel borított területeken nem; vízkémiai vizsgálathoz egy patakból csak akkor tudunk vízmintát venni, ha folyik benne víz, és nem száradt ki stb. Sokszor az anyagminta egyedi darab; egy mélyfúrás fúrómagját pl. nem lehet ismételten kivenni a fúrólyukból, csak annyit tehetünk, hogy nem használjuk fel a mag teljes tömegét vizsgálati célokra, hanem egy részét megőrizzük, magraktárban tároljuk – eközben viszont mállási folyamatok miatt az ásványos összetétel változhat. Így a mintázás *véletlenszerűség*e és *reprodukálhatóság*a csak korlátozottan biztosítható. Ezt mindig figyelembe kell venni az adatok felhasználása során. Sokszor szorulunk rá korábbi, jellemzően papír alapú és sok rajzos elemet (térképeket, grafikonokat) tartalmazó dokumentációk használatára, amelyeknél a földrajzi helyzet meghatározása (pl. raszteres fájlformátumba szkennelt térképek georeferenciával való ellátása és vektoros állományokká alakítása) és az adatok egységesen kezelhető formátumba való alakítása (nevezéktan, osztályozás, mértékegységek, vonatkoztatási rendszer, pontosság és megbízhatóság stb. szempontjából) is komoly kihívást jelent.

[2] A *mintázás* statisztikai fogalom; nem feltétlenül anyag begyűjtését jelenti, hanem sokkal inkább egyes paraméterek mérését. Ha anyagmintát veszünk, azt is azért tesszük, hogy laboratóriumi körülmények között, megfelelő előkészítés után mérjünk rajta bizonyos paramétereket.

3.1 – 1. táblázat Az „Ibériai Piritöv" két, Huelvánál együtt a tengerbe ömlő folyójának, a Tintónak és az Odielnek a vízminőség-adatai az összefolyás előtt

Az „Ibériai Piritöv" két, Huelvánál együtt a tengerbe ömlő folyójának, a Tintónak és az Odielnek a vízminőség-adatai az összefolyás előtt. Az üresen hagyott helyek adathiányt jelölnek, a mérés nem minden alkalommal terjedt ki az összes paraméterre. A vízhozam erősen ingadozó. Az 1998. februári mérés bőséges esőzések nyomán kialakult árvíz idején készült. Az évszakos ingadozás, a nyári-őszi magasabb fémkoncentrációk a téli-tavasziakhoz képest az ásványokat lebontó mikrobák élettevékenységének időszakát jelzik (BRAUNGARDT & al. 2003).

	Rio Tinto, Nieblánál					Rio Odiel, Gibraleonnál				
észlelési szakasz	**1996 nov.**	**1997 jún.**	**1998 feb.**	**1998 ápr.**	**1998 okt.**	**1996 nov.**	**1997 jún.**	**1998 feb.**	**1998 ápr.**	**1998 okt.**
PH	2.47	2.21	2.94	2.56	2.26	2.84	3.00	3.63	3.20	2.83
Eh (mV)				551	606				552	482
T(°C)	19.3	19.5		15.3		18.0	18.0		15.7	
Oldott oxigén (%)		146		203			113		81	
szuszpendált anyag (mg/l)		21.4		15.5			14.5		1.6	
Oldott szerves szén (mM)					0.69					0.15
SO_4^{2-} (mM)	27.1	8.64		23.2		12.5	5.52		6.14	
becsült vízhozam (m^3/s)	0.10	0.08	8.7	0.08	0.10	0.40	0.30	36	0.38	0.40
Zn (µM)	612	295		355	2590	356	141		192	425
Cu (µM)	460	121	130	175	856	136	51.4	70.0	72.2	74.4
Ni (µM)	4.70	1.78	0.76	1.15	16.8	4.65	1.47	1.57	2.05	3.59
Co (µM)	9.56	3.71		6.42	38.8	7.61	2.44		4.66	8.53
Cd (µM)	1380	782	590	796	6000	602	430	290	424	674
Fe (µM)	10.9	1.69		1.23	18.1	0.91	0.04			0.63
Mn (µM)	172	112	48.1	72.7	775	202	72	80.6	130	400
Pb (µM)	3.06	4.13		0.50	0.64	0.23	0.28		1.3	0.93



3.1 - 1 ábra Egy zambiai rézpala-vonulat kibúvása a környékén levő mocsaras területekkel és az azokból induló vízfolyásokkal.

A vizek réztartalma még kilométerekre a kibúvástól is jelentősen emelt rézkoncentrációt mutat, és csak a fő vízgyűjtő folyóban hígul 100 ppm alá. Különösen magas értékek tapasztalhatóak a reduktív mocsári környezetben (ROSE & al. 1979).

A mérés során mindig fellép valamiféle mérési ***hiba***, ami többféle forrásból származhat. Egy mérés sokszor olyan beavatkozás a vizsgált rendszerbe, ami akár a mérendő paraméter értékét is befolyásolhatja; pl. a vízbe tett hőmérő maga is hőt ad le vagy vesz fel, tehát a hőmérséklet a mérés miatt változik. Sok esetben a mérés bizonyos mintaelőkészítést és -kezelést igényel, ami meghatározza a mérhető adatok minőségét; pl. röntgendiffrakciós ásványhatározáshoz általában pormintára van szükség, ahol a por finomsága is befolyásolja a kapott reflexiós csúcsok élességét. Egy paraméter többféle módszerrel vizsgálható (a minta jellegétől függően), amelyek nem feltétlenül azonos eredményeket szolgáltatnak; pl. a törmelékes üledékek szemcseméret-eloszlásának mérése szitálással történik, ahol az anizometrikus szemcsék középső átmérője a mérhető paraméter, míg a kohézióval rendelkező törmelékes üledékes kőzetekben csak csiszolatban (elvágott sík felület mentén) lehet szemcseátmérőt mérni, ahol teljesen esetleges, hogy egy-egy szemcsét milyen keresztmetszetben vágtunk el. Végül maga a mérőműszer, illetve az azt kezelő személy is adott pontossággal szolgáltat adatokat; pl. egy 0,1 g-os súlyokkal felszerelt mérlegen nem lehet mg pontossággal tömeget mérni.

Az adatok helyes értelmezéséhez tehát ismerni kell a mérés körülményeit, a felhasznált módszerek jellemzőit és a mért adatok pontosságát, amit különféle eloszlásparaméterek (pl. szórás, standard hiba) segítségével adhatunk meg. Sok esetben ez az adat csak implicite szerepel oly módon, hogy meg van adva az alkalmazott mérőműszer és/vagy mérési eljárás, amelynek pontossága ismert (publikációban hozzáférhető). Fontos szem előtt tartani, hogy a számszerű adatokat csak olyan pontossággal adjuk meg, amilyen pontosságot a mérés biztosít. A digitális műszerek használatának csapdája, hogy állandó számú tizedesjegyet jeleznek ki akkor is, ha a mérés körülményei miatt a pontosság jóval alacsonyabb.

Egy földtani adatrekord részei általában:

- Mintavételezés helye: helyazonosító; földrajzi/geodéziai koordináták (szélesség-hosszúság-tszf. magasság vagy xyz) és felhasznált koordinátarendszer (dátum, vetületi rendszer) vagy pozíció ismert koordinátájú ponthoz képest.
- Mintavételezés ideje
- Mintavételezést/mérést végzők: mérés helye, mérő személyek, felhasznált mérőeszközök, mérési eljárások
- Mért paraméterek: paraméterek megnevezése, értéke, mértékegysége, hibája (kvalitatív adat esetén osztályozási rendszer, osztályba sorolás)

Az adatgyűjtés helyei és módjai / potenciális helyszínek:

- kamerális munka: az adott területen végzett korábbi észlelésekről rendelkezésre álló dokumentáció összegyűjtése és feldolgozása / publikációk és földtani adattárak: geológiai szolgálat, földhivatal (térképek), bányakapitányság, bányavállalatok
- terepi munka: új in situ észlelések végzése, dokumentálása és feldolgozása / felkutatott és/vagy újonnan készített feltárások, kijelölt mintavételi helyek
- laboratóriumi munka: az anyagmintákon észlelések végzése, dokumentálása és feldolgozása / szakosodott laboratóriumok, kutatóintézetek, egyetemek

3.1.1 Terepi adatnyerési és adatfeldolgozási eljárások

A földtani megismerés során számos olyan adat van, amit *in situ*, vagyis helyben végzett méréssel célszerű begyűjteni, sokszor a mesterséges feltárás készítésével egyidejűleg. Ennek részben takarékosság is lehet az oka, megspórolva nagy tömegű anyagminta szállítását, de igen sok esetben az a fő ok, hogy az anyagminta kivétele eredeti helyzetéből megváltoztatná benne a mérendő jellemzőt. A víz áramlási iránya és hőmérséklete egy folyó adott helyén, vagy a rétegzés dőlése és a rétegvastagság egy adott kőzettestben, vagy a vízszint megütési magassága egy fúrásban például ilyen jellegű adatok.

A vizsgálatok léptéke változatos lehet. Olykor egyetlen feltárás, vagy feltárásrészlet dokumentálása, illetve egy vagy néhány objektum megkutatása a cél. Ha viszont egy területről szisztematikusan, a teljes lefedés igényével gyűjtünk adatokat, azt *térképezés*nek nevezzük.

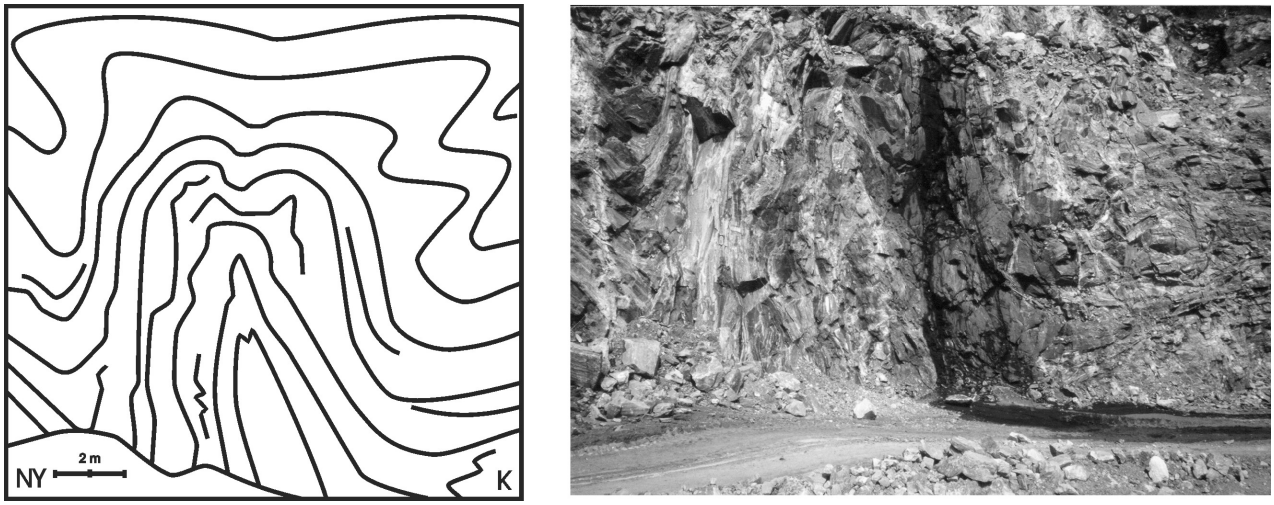
A terepi észlelések irányulhatnak egy vagy néhány előre kiválasztott paraméter, pl. a talaj adott szintbeli pH-értékének műszeres vizsgálatára. Ilyenkor rögzített a mintavételezés eljárása, és egységes adatbázis alakítható ki a mért adatokból. Más esetekben viszont a vizsgálati cél összetettebb elemzést kíván, pl. egy ércesedést hordozó kőzettest részben vagy egészen talajjal fedett felszíni kibúvásának kitérképezése. Különösen a meg nem ismételhető mintavételezésnél (pl. fúrásoknál) lényeges, hogy lehetőleg minden információt rögzítsünk egyidejűleg; azokat is, amelyeket pillanatnyilag nem használunk fel. Ez utóbbi típusnál igen jelentős az észlelést végző személy szerepe, ennek megfelelően az észleletek szubjektivitása nem küszöbölhető ki. Akár technikaigényes műszeres mérésről van szó, akár egyszerű megfigyelésről, mindenképpen fellép a korábbiakban már említett tényező: az észlelőnek kell kiválasztania a gyűjthető adatok közül azokat, amelyeket a rendelkezésére álló véges időben dokumentálásra érdemesnek tart.

Számos olyan megfigyelhető jellemző van, ahol a *kvantitatív* mérés nehézkes, idő- és eszközigényes, míg puszta érzékszerveink felhasználásával kielégítő *kvalitatív* vagy *félkvantitatív* (mennyiségi intervallum-osztályokba sorolt) adatokat kaphatunk. Egy ritka ásvány adott helyen való jelenlétének felismeréséhez pl. sokkal hatékonyabb dolog a látott színek, kristályformák vagy a tapasztalt keménység szavakkal vagy rajzokkal történő leírása a fő tömegből szembeötlően kiugró ásványszemcsék esetében, mint a találomra kivett szemcséken végzett mégoly alapos műszeres vizsgálat; egy adott növényfaj határozóbélyegeinek felismerése többnyire szintén nem igényel egzakt geometriai leírást stb.

A földtani terepi leírásoknál számos kísérlet ellenére nem sikerült még olyan űrlapot készíteni – még viszonylag egységes anyagi jellemzőkkel bíró kőzettest-együttes leírására sem –, amivel minden lényeges szempontot figyelembe vevő, egyértelmű és reprodukálható leírást lehetne végezni. A terepi ***jegyzőkönyvek*** rövidítésekkel, tömörítésekkel élnek, korábban felállított osztályozásokra hivatkoznak, és a leírásokban részben már értelmezik a jelenségeket. Ha pl. egy laza törmelékszemcsékből álló rézsűben egy diszkontinuitási felületet, amely mentén az átlagos szemcseméret jól láthatóan megváltozik, réteglapként írunk le, akkor azzal már a kőzettest (és benne a felület) üledékes eredetét is feltételeztük. A kvalitatív észlelések igen gyakori problémája, hogy azonos jelenségeket különböző észlelők más fogalmakkal írnak le, illetve ugyanazon a

meghatározáson mást értenek. Tipikus példája ennek a színárnyalatok leírása, hiszen a színélmény meglehetősen egyéni dolog.

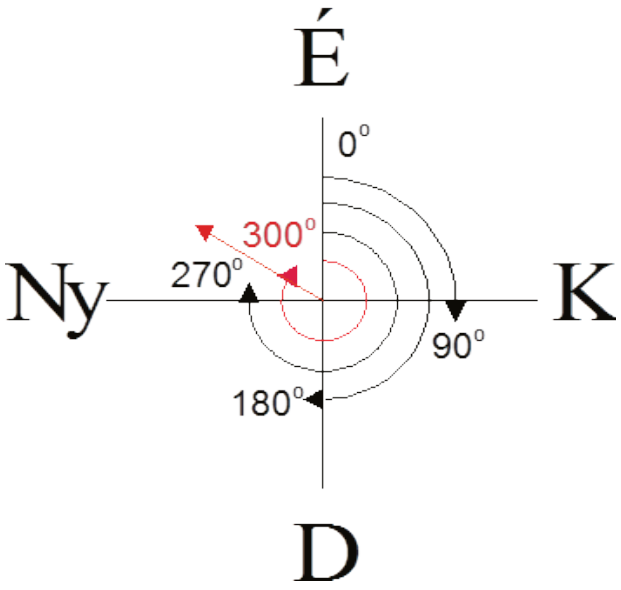
Miután legfontosabb felhasznált érzékszervünk a látás, a dokumentáció lényeges eszközei az ***ábrák***, a rajzok és a fényképek. Kétféle nézetsík használatos: a vízszintes (*térkép*), ami a felszín ábrázolására alkalmas, és a függőleges (*szelvény*), ami az egyes feltárások jellemző kiterjedéséhez és nézőpontjához alkalmazkodik. A fénykép természetesen objektív módon rögzíti a látvány minden elemét, de csak egy nézőpontból és perspektivikusan (a méreteket a középponttól kifelé egyre inkább torzítva). A fénykép így nem helyettesíti a rajzot! A rajzon mindig kiemelünk bizonyos, lényegesnek gondolt jellemzőket, amik a fénykép síkjában esetleg elfedődnek a számos információ miatt (lásd 3.2 ábra), de térben látva a feltárást és részben már értelmezve a jelenségeket, felismerhetjük jelentőségüket. A rajzon közvetlenül méretezhetünk is egyes objektumokat. Akár fényképezünk, akár rajzot készítünk, gondoskodni kell a méretarány és a nézet irányának feljegyzéséről. A rajzon ez lépték és égtájak (vagy irányszögek) feltüntetésével oldható meg, a fényképezendő felületre pedig valamilyen ismert méretű tárgyat (mérőszalagot, kalapácsot, pénzérmét) szokás helyezni, az irányokat pedig utólag vezetjük rá.



3.1.1 – 1. ábra: Rajz és fénykép (szelvény-nézet) ugyanarról a feltárásról: diapírszerkezet (kúp alakú redő) laminites gipszben az alsótelekesi gipszbányában.
A fényképen a fal durvaságából adódó fény-árnyék kontúrok és a felület foltos elszíneződései dominálnak, míg a rajz egyes hajlott laminák lefutását emeli ki, kirajzolva a fényképen már kivehetetlen kőzetszerkezetet (ZELENKA & al. 2005).

A földrajzi ***helyzetet*** (pozíció) az ábrázolás igényei szerint bármilyen háromdimenziós koordinátarendszerben meghatározhatjuk, amelynek origója célszerűen valahol a földfelszínen van (lásd 1. fejezet). Sok esetben – elsősorban a szerkezetföldtani észleléseknél, a diszkontinuitások (rétegzés, palásság, kőzetrések, vetők) térképezésénél – szükség van azonban az ***irányítottság*** (orientáció) megadására is, amihez általánosan a földrajzi észak, illetve a vízszintes sík szolgál alapul. Egy, a vízszintes síkban fekvő egyenesnek az északi iránnyal bezárt, keleti (az óramutató járásával megegyező) forgásirányban mért szögét *irányszög*nek, más néven *azimut*nak is nevezik

(lásd ábra). Nem minden vonal van benne azonban egy vízszintes síkban, hanem dől valamerre, és emelkedik az ellenkező irányba. Egy egyenes irányítottságát tehát egy adatpár határozza meg egyértelműen: a *dőlésirány*, amely az észak felé és a vonal *lefelé dőlő* vége felé mutató, vízszintes vektorok között, az óramutató járásával megegyező irányba (kelet felé) felmért forgásszög, valamint a *dőlésszög*, amely az egyenesnek a vízszintes síkkal bezárt szöge. Síkok esetében azok kitüntetett egyeneseinek irányítottságát használjuk fel; egyenértékű, egyértelmű megoldás a *síknormális* vagy a *dőlésvonal* orientációjának megadása. Előbbi a síkra merőleges, utóbbi a síkban a legnagyobb mértékű dőlés irányába mutató egyenest jelenti. A *sík dőlése* alatt a dőlésvonal irányítottságát szokás érteni. Szokás még a *csapásvonal* felhasználása; ez a jellemezni kívánt sík és egy vízszintes sík metszésvonalát jelenti, tehát a csapásirány a dőlésvonalra merőleges vízszintes egyenes iránya. A valós vonalak természetesen nem egyenesek, és a valós felületek sem síkok, de irányítottságukat valamely pontban a pontbeli érintőegyenes, illetve érintősík segítségével tudjuk megadni.



3.1.1 – 2. ábra: Földrajzi irányok

A földrajzi helyzet pontos meghatározására a geodéziai műszerek szolgálnak, elsősorban a távcső, szintezőlibellák és iránytű kombinációjából álló *teodolit*. A legtöbb területen, így hazánkban is, létezik egy pontosan bemért koordinátájú, a terepen rögzített kövekkel vagy fémrudakkal megjelölt *geodéziai alappont*okból álló hálózat, amelyektől kiindulva *háromszögelés*sel vagy *poligon*menet felvétele segítségével bármely pont koordinátája meghatározható. Amennyiben pontosságigényünk kisebb – pl. mivel a rögzítendő helyzetű feltárás kiterjedése meghaladja az elkövetett hibát – a teodolit helyettesíthető mérőszalaggal és iránytűvel, illetve rögzíthetjük helyzetünket a megfelelően nagy méretarányú térképen ábrázolt objektumokhoz képest rajzban, becsléssel is. Ez utóbbi természetesen csak akkor jó megoldás, ha vannak viszonyítási alapul használható objektumok a pont körül. Az utóbbi évtizedek fejleménye a műholdas helyzetmeghatározás (GPS) lehetősége; az egyszerű kézi vevők optimális esetben (ha nincs jelentős takarás) kb. 10 m-es pontosságot biztosítanak, de léteznek geodéziai igényeket (cm-es pontosság) is

kielégítő földi referenciapontos vevőrendszerek is. Legcélszerűbb a rögzítendő pontot már a jegyzőkönyv készítése során térképre vinni, amire a GPS-vevővel kombinált kéziszámítógépeken (palmtop, PDA) futtatható térinformatikai szoftverek kényelmes és pontos lehetőséget adnak, sőt egyúttal egyéb észlelési adatok és digitális fotók is a pontokhoz kapcsolhatóak.

A földrajzi iránymérés fő eszköze az iránytű (*kompasz*). A mágnestű a mágneses pólusok irányát jelzi, amelyek a sarkokhoz képest eltérő helyen és a földfelszín alatt helyezkednek el. A mágneses behajlás (*inklináció*) vízszintes vetületben nem okoz hibát, de a tű egyik végét lehúzza, és így szabad elfordulását akadályozná. Ennek hatása a kompasz mágnestűjének megfelelő pontjára rakott ellensúly segítségével ki van egyenlítve, de ha iránytűnket pl. a déli féltekén kívánjuk használni, akkor ezt az ellensúlyt át kell helyeznünk; ha ez nem lehetséges, akkor a kompasz ott nem használható. A mágneses elhajlás (*deklináció*) értékével viszont korrigálnunk kell a mért irányszöget. A deklináció (és az inklináció) értéke a Föld mágneses tengelyének a forgástengelyhez képesti elfordulása miatt nemcsak a földrajzi helyzettel, hanem az idővel is változik. A korrekció kiszámítása a következő összefüggések segítségével történik: 1994 és 1995 fordulójára

$$D['] = 99{,}04 + 0{,}00469(j - 2730') + 0{,}2196(l - 960') + 0{,}00027(j - 2730')2 + 0{,}00010(j - 2730')(l - 960') - 0{,}00001(l - 960')^2$$

ahol: D = a mágneses deklináció percekben 1995. jan. 1-jén 0:00-kor
j = a pont földrajzi szélessége percekben
l = a pont földrajzi hosszúsága percekben

A mágneses deklináció átlagos éves változásának normál értéke (d) szintén a pont földrajzi koordinátáiból számítható:

$$d['/év] = 4{,}41 + 0{,}00033(j - 2730') - 0{,}00276(l - 960')$$

Bármely év közbeni időpontra ennek időarányos többszörösét kell a D-hez hozzáadni. A használatos tájolók, iránytűk körskálája elforgatható, így – ha a deklináció értékét előre kiszámítjuk – közvetlenül a korrigált érték olvasható le.

A földtani gyakorlatban használatos geológuskompasz az irányszögön kívül a dőlésszög mérésére is alkalmas. A kompasz kihajtható fedelének élét, illetve lapját kell a mérendő egyenessel, illetve síkkal párhuzamosan tartani, míg a kompaszházat libellák segítségével vízszintesre állítjuk. Ekkor a fedél és a kompaszház síkja által bezárt szöget mutató skáláról a dőlésszög leolvasható. A kompasz ezen felül *klinométer*t is tartalmaz, ami egy szintén fokskálabeosztással ellátott tárcsa előtt szabadon elforduló, függőlegesre beálló tű; szükség esetén ezzel is mérhető a dőlésszög. Létezik már olyan digitális kompasz is, amit nem kell leolvasni, hanem képes elmenteni, illetve kéziszámítógépnek átadni a mért adatokat.

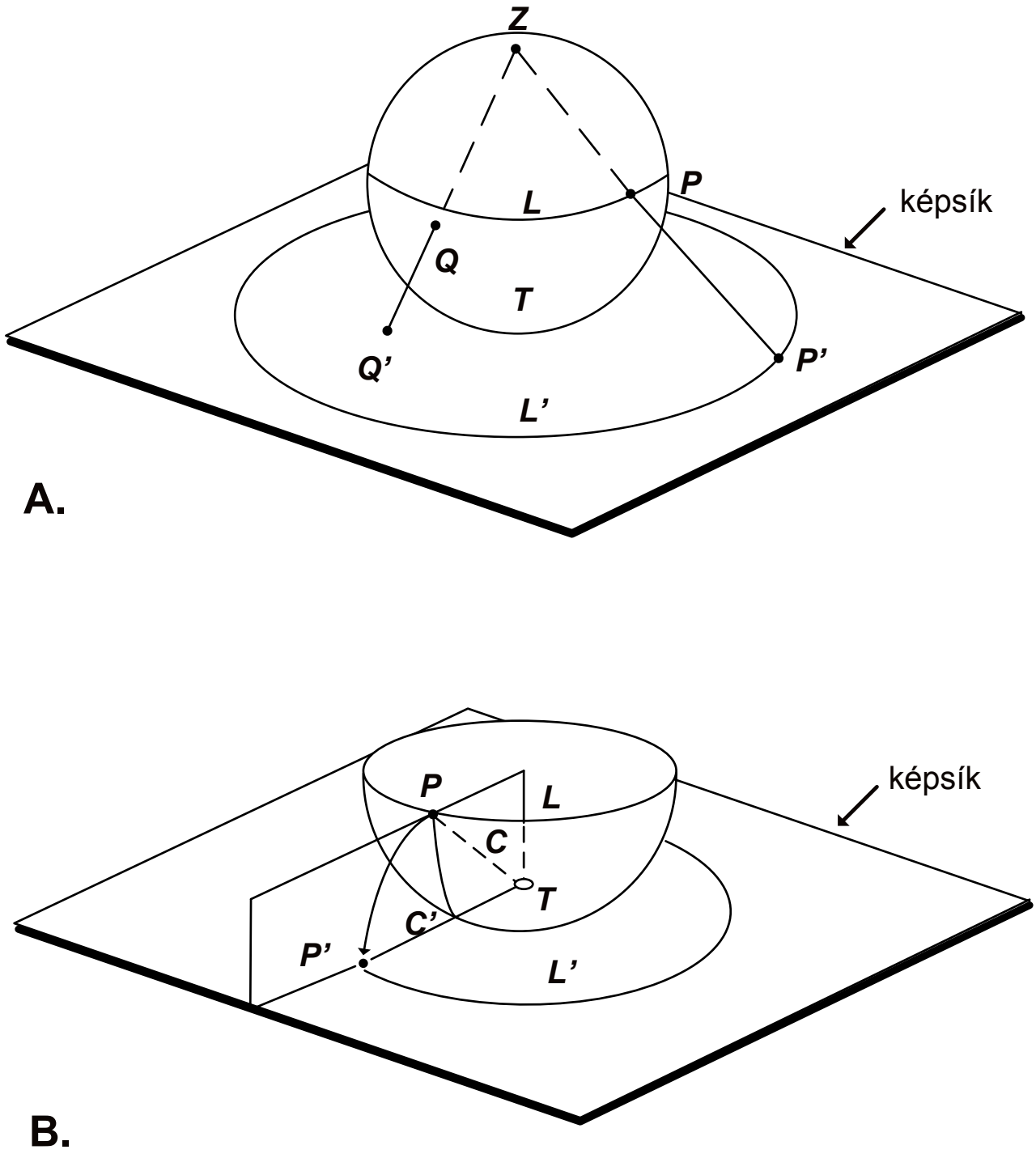
Az irányadatok ábrázolásának, statisztikus feldolgozásának és a velük való szerkesztéseknek a legcélszerűbb, terepen is használható grafikus eszközei a ***sztereogram***ok. A vetítési eljárás lényege, hogy az ábrázolni kívánt egyenest vagy síkot irányítottságának megfelelően átbocsátjuk egy gömb középpontján, majd a gömbfelülettel való metszéspontját, illetve metszésvonalát (ami gömbön mindig kör) az alsó félgömbről levetítjük egy, a gömb *talppontján* átmenő vízszintes síkra. Kétféle vetítési eljárás használatos: a *sztereografikus* szögtartó és a *Lambert*-féle területtartó vetület. Az előbbi inkább a kristálytanban elterjedt, ahol geometriai szerkesztéseket kell végrehajtani, míg a szerkezetföldtan statisztikai adatfeldolgozására inkább az utóbbi alkalmas. A szögtartó vetületben a gömb *zenitjén* átmenő egyenesek mentén történik a pontok levetítése, míg a területtartó vetületben a talppontot és a metszéspontot összekötő gömbi *húrt* kell a vízszintes síkba leforgatni.

A vetületben az egyenesek *pontok*, a síkok *ívek* formájában jelennek meg. E vetületi íveket *főkör*nek (vagy *nagy kör*nek) szokták nevezni. Ha egy egyenest tetszőleges, vele nem derékszöget bezáró tengely mentén elforgatunk, akkor egy kúpfelületet ír le, amely a síkhoz hasonlóan egy kör mentén metszi a gömböt; ennek a körnek a sugara azonban a gömb sugaránál kisebb. Az ilyen metszésvonalak vetületi képei a *mellékkör*ök (vagy *kis kör*ök).

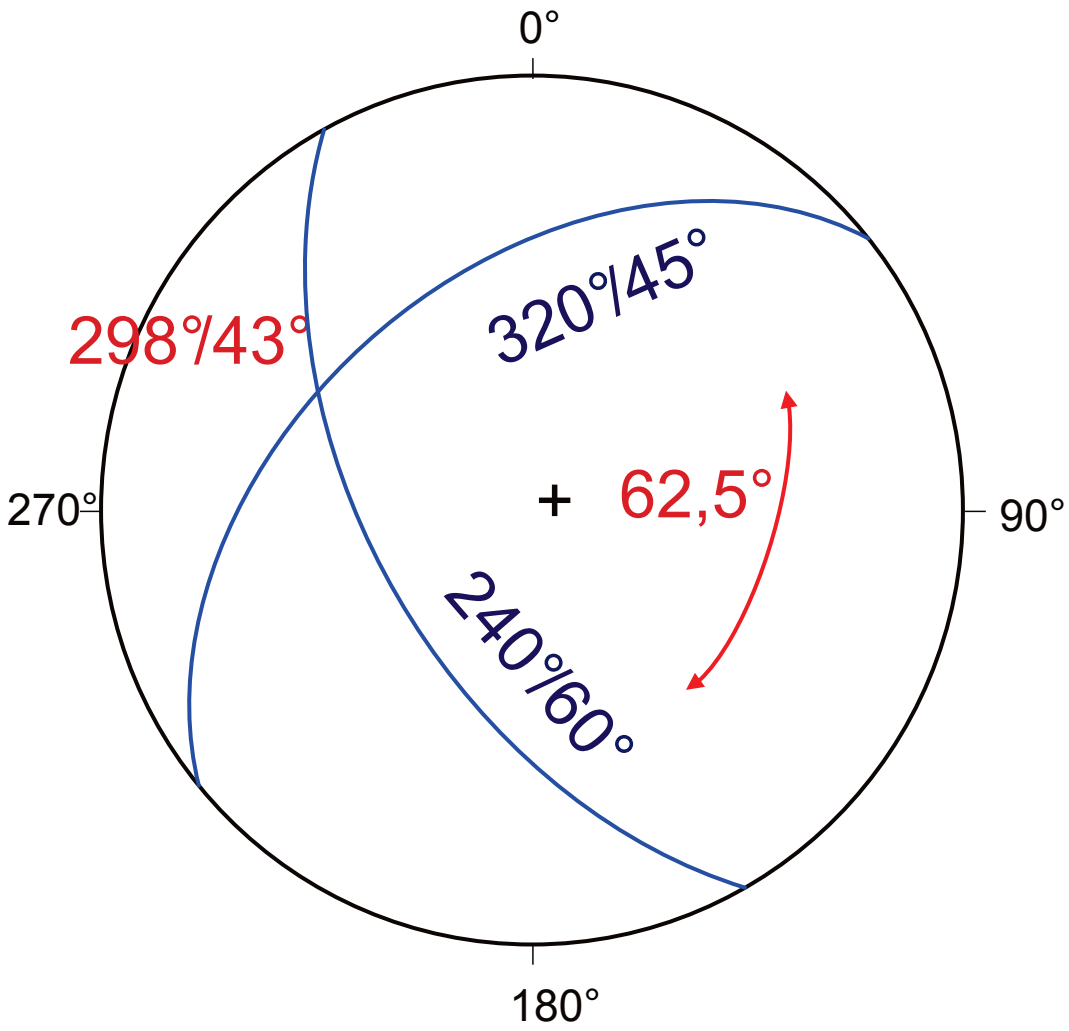
A sztereogramok megrajzolásakor természetesen nem kell térbeli szerkesztést végezni. A pontok és ívek felvitele, illetve dőlésirányuk és dőlésszögük leolvasása sztereografikus vetítés esetén a *Wulff-háló*, Lambert-féle vetítés esetén pedig a *Schmidt-háló* segítségével történik, amelyek előrajzolt koordinátarendszerként szolgálnak. Léteznek olyan PC-re írt programok[3], amelyek ezt a szerkesztést végrehajtják.

A további terepi műszeres mérések közül az elektromos, mágneses, radioaktivitással kapcsolatos és gravitációs paraméterek mérése a geofizika témakörébe vág (lásd másik fejezet). Lehetséges néhány kémiai paraméter mérése is (pl. pH-érték), ezek azonban jellemzően laboratóriumban pontosabban elvégezhetőek. Az utóbbi évtizedek fejleményeként néhány olyan bonyolultabb műszeres anyagvizsgálati módszer (kisebb pontosságú) terepi kivitelezése is lehetővé vált, amelyek addig csak laboratóriumban voltak elvégezhetők. Ilyen például az induktív kapcsolású plazma-spektrometria, a röntgenfluoreszcencia és az infravörös spektrometria[4], amelyek az ásványos, illetve kémiai elemi összetétel meghatározására szolgálnak (bővebben lásd más fejezetben).

[3] Egy ilyen, ajánlott szoftver a Johannes Duyster-féle StereoNett V2.46, amely szabadon felhasználható. Letöltési cím 2006. októberben: http://www.microtexture.de/StereoHTML/stereoload.htm
[4] Műszer: PIMA (portable infrared mineral analyser), leírás pl.
http://www.rdr.leeds.ac.uk/dynamic_page.php?key=services/pima



3.1.1 – 3. ábra: A sztereografikus (felül) és a Lambert-vetület (alul)



3.1.1 – 4. ábra: Két sík ábrázolása sztereogramon főkörökkel és pólusokkal, az általuk bezárt szög és met

Terepi jegyzőkönyvek készítésének szempontjai:

- Első a pozíció meghatározása és a minta azonosítása! Egy adat nem ér semmit, ha nem tudjuk, mire vonatkozik. Ha vissza kell menni újabb adatokért, tudnunk kell, hová! És ha valaki évek múlva újra mintázni akar, ő is találjon oda!
- Minden megfigyelést, amire képesek vagyunk, jegyezzünk fel! Ne hagyatkozzunk a memóriánkra, a gondolat elszáll, de az írás megmarad!
- Az észlelet előbbrevaló a következtetésnél! Szabad helyben értelmeznünk a jelenségeket, de feltétlenül rögzítsük a megfigyelt tényeket, a következtetés alapjait!
- Legyünk egyértelműek! Gondoljunk arra, hogy nem csak magunknak észlelünk, hanem valaki dolgozni fog a mi adataink alapján – egy komplex kutatás csak csapatban képzelhető el. Kerüljük pl. olyan viszonylagos fogalmak használatát, mint a „nagy”, „hosszú”, „nehéz”, hiszen létezik a méter és a gramm, mint egzakt viszonyítási alap!
- Rajzoljunk bátran! Sok dolgot sokkal egyszerűbb lerajzolni, mint szavakkal vagy számokkal leírni. Nem az a lényeg, hogy élethű legyen, hanem hogy felismerhetőek legyenek a lényeges formák és méretek!

3.1.2 A földtani megismerés laboratóriumi anyagvizsgálati módszerei

3.1.2.1 Optikai vizsgálatok (mikroszkópia)

A földtani anyagvizsgálat, az ásvány- és kőzethatározás klasszikus módszere a különféle csiszolt felületek ***mikroszkóp*** segítségével való tanulmányozása. A kristályok nagy része fényáteresztő, így az üveglapra (tárgylemezre) ragasztott, 20-50 μm vastagságú *vékonycsiszolat*ok áteső fényben vizsgálhatóak. A szemcsék méretén, alakján, kontúrjuk jellegén túl megfigyelhető a színük, fényelnyelő képességük (abszorpció), fénytörésük és diszperziójuk is. A kristályok egy jelentős része optikailag anizotróp, és bennük *kettőstörés* figyelhető meg. Ez azt jelenti, hogy a fénysugár bennük két egymásra merőlegesen polarizált nyalábra bomlik (ordinárius és extraordinárius sugárnyaláb), amelyek törésmutatója különböző. Minthogy ez a jelenség a kristályszerkezettel függ össze, a mérhető törésmutatók, törési szögek ásványfajra jellemző tulajdonságok. Ugyancsak ilyen tulajdonság a törésszögnek a beeső fény hullámhossz-változásának függvényében való változása, a *színszórás* (diszperzió). Egyes anizotróp kristályok, sőt bizonyos (főként szerves) molekulák *optikailag aktív*ak, azaz a lineárisan poláros fény polarizációs síkját elforgatják. A fényelnyelés mértéke anizotróp kristályokban a hullámhosszon kívül a polarizációs iránytól is függhet, ami *pleokroizmus*t, vagyis színeltérést eredményez az ordinárius és extraordinárius nyalábban. Az opak (erősen abszorbeáló) ásványok, amelyek átlátszatlanok (vékonycsiszolatban sötét foltként jelentkeznek), reflexiós (visszavert fénnyel dolgozó) mikroszkópokat igényelnek. Az optikailag anizotróp opak ásványokon a kettőstöréshez hasonlóan bireflexió (kettős visszaverődés) jelentkezik.

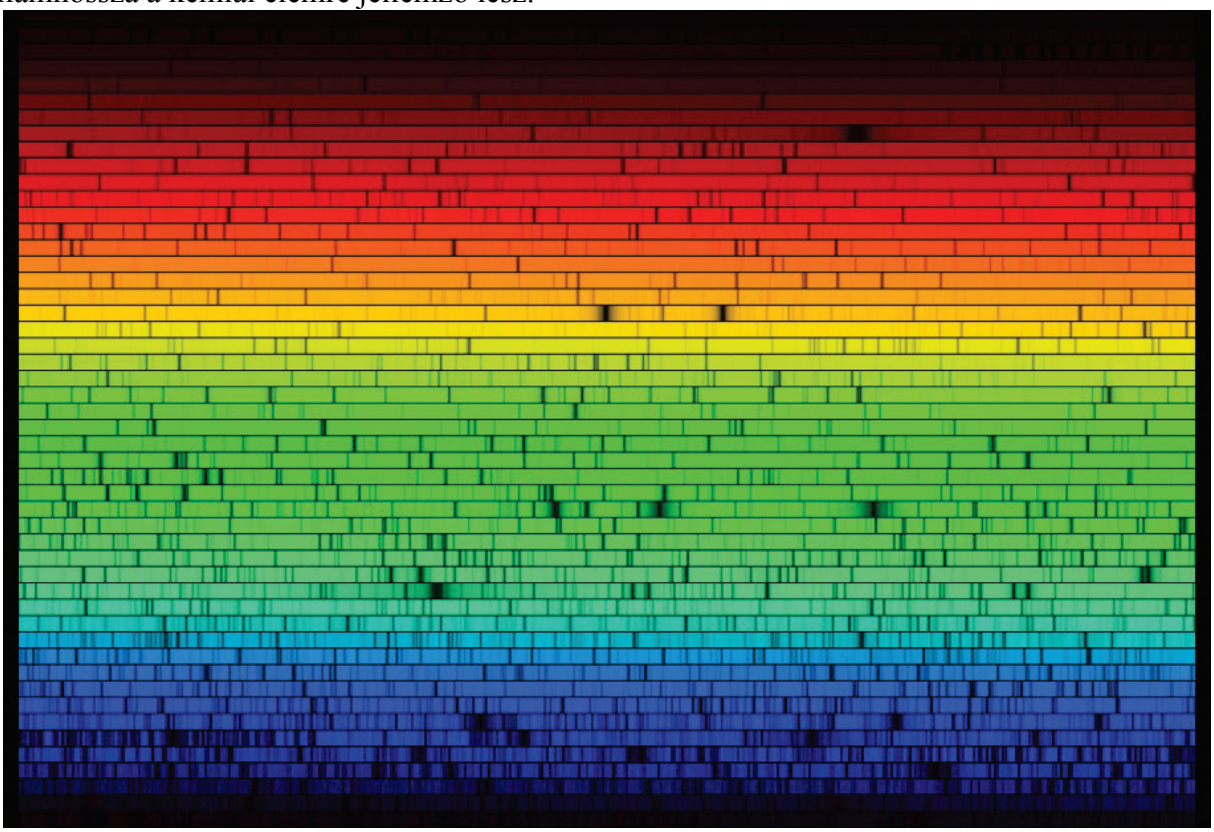
A vékonycsiszolatok vizsgálatának eszköze a *polarizációs mikroszkóp*. Ebben a vizsgálat polarizált fénnyel történik; a mikroszkóp sugármenetébe a tárgyasztal elé be van építve egy polárszűrő (*polarizátor*), vagyis Nikol-prizma[5]. A tárgyasztal körbeforgatható, és szögmérővel van ellátva. A tárgyasztal *után* a sugármenetbe beiktatható egy második Nikol-prizma is (*analizátor*), amely polarizációs síkja az előbbire merőleges. Ha ez nincs betolva, akkor *egy Nikolnál* látható a szín és a tárgyasztal elforgatásával a pleokroizmus. Ha be van tolva, akkor *keresztezett Nikollal* vizsgálódunk. Ha a tárgyasztalon nincs semmi, vagy csak optikailag inaktív és izotróp anyagok vannak, akkor a két szűrő a fény útját elzárja, és a látómező sötét. Ha viszont optikailag aktív anyagok vannak, akkor az azok által elforgatott polarizációs síkú sugarak láthatóak lesznek, amikor a tárgyasztalt az elforgatásnak megfelelő szögbe fordítjuk. A kettőstörő kristályokon átbocsátott fényben pedig az ordinárius és az extraordinárius sugárnyaláb úthosszkülönbsége miatt interferencia lép fel, és az ennek megfelelő színű fényt látjuk átjutni, melynek intenzitása az analizátor polarizációs síkjával bezárt szög függvénye. Teljes körbeforgatással négyszer kerül teljes kioltásba (sötétül el teljesen) a kristály; egy ilyen állás és egy jól azonosítható kristályszerkezeti irány által bezárt szög a *kioltási szög*. Az *interferenciaszín* függ a csiszolat vastagságától is, de egyébként az ásványfajra (a kristályszerkezetre) jellemző tulajdonság.

[5] A hagyományosan használt polarizátorok víztiszta kalcitkristályok (izlandi pát) megfelelően csiszolt és kettévágott, majd egyik hasadási lapja mentén kanadabalzsammal összeragasztott darabjaiból készült prizmák, amelyekről az ordinárius sugár visszaverődik, és csak az extraordinárius jut át rajtuk; ezeket nevezik Nikol-prizmának.

Az optikai vizsgálatok elsődleges adatai mikroszkópi képek, továbbá az ehhez tartozó méretek és elforgatási pozíciók, valamint hogy keresztezett Nikollal készültek-e. Egy kamera közbeiktatásával közvetlenül átadhatóak egy számítógépnek. Feldolgozásukra (pl. szemcsealaki anizometria, szöveti irányítottság kimutatására) képelemző szoftverek vehetőek igénybe. További másodlagos adatként az egyes kristályok különböző mérhető optikai paraméterei (kioltási szögek, törésmutatók stb.) és felfedezhető szerkezeti jellemzői (kristályforma, ikersíkok stb.) szerepelhetnek a módszer által szolgáltatott adatok között.

3.1.2.2 Spektroszkópia

A ***spektrális analízis*** (színképelemzés) során az anyag által kibocsátott sugárzás jellemzőit használjuk fel a kémiai összetétel meghatározására. Kirchhoff törvényei alapján a szilárd anyagok és a nagy sűrűségű, forró gázok folyamatos színképű sugárzást produkálnak, míg a ritka gázokból vonalas színkép nyerhető: felforrósítva *emissziós vonalas* színkép, míg más forrásból származó, rajtuk keresztül vezetett sugárzással *abszorpciós vonalas* színkép. Elemi gázok esetében a vonalak hullámhossza a kémiai elemre jellemző lesz.



3.1.2.2 – 1. ábra: A Nap nagy felbontású színképe; a teljes színkép egymás alá vágott sávokban látható[6].

Az egyes sávokban a sötét vonalak a Fraunhofer-vonalak, amelyek az egyes, a Napban jelen lévő elemek által elnyelt sugárzás hullámhosszainak megfelelő helyeken mutatkoznak. Emissziós színképben ugyanezen vonalak fényesnek látszanának.

[6] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0a/High_Resolution_Solar_Spectrum.jpg, 2006. október 27.

A ***spektroszkópia*** az anyagok és az elektromágneses vagy részecskesugárzások kölcsönhatásának a vizsgálata. Több fizikai jellemző is mérhető e körben, ennek megfelelően a vizsgálatoknak is több típusa van. Az elsődleges adat általában egy intenzitásgörbe, ami rendszerint a hullámhossz, ritkábban más paraméter (pl. visszaverődési szög) függvényében van felvéve. A földtani vizsgálatokban a vizsgálattípusok közül a következőknek van jelentősége:

- *Röntgendiffrakciós krisztallometria:* a kristályos anyagok a röntgensugarakat a kristályrács paraméterei (atomok távolsága, kötési szögek) által meghatározott irányokba szórják. A beeső sugárzás hullámhosszának ismeretében a visszaverődés szögéből kiszámíthatóak az atomi síkok távolságai a kristályban. Az egyes irányokban mért visszaverődés-intenzitások az atomok kristályrácsbeli elrendeződéséről szolgáltatnak információt. A visszaverődési szögek és az egyes szögekhez tartozó intenzitások arányai ásványfajra jellemző tulajdonságok, amelyek az ásványhatározást teszik lehetővé. A módszer nem ásványi eredetű kristályok (fémek, szerves anyagok) vizsgálatára is alkalmas.
- *Fluoreszcenciás spektroszkópia:* a vizsgálandó anyagot nagy energiájú fotonokkal gerjesztjük, amire részecskéi alacsonyabb, kvantált energiájú fotonok kibocsátásával reagálnak. Az így kapott sugárzás energiaszintjeiből (azaz hullámhosszaiból) az anyag elemi összetételére lehet következtetni. A hullámhosszakban kisebb változásokat okoznak a különféle kémiai kötések, így ha ezek is kimérhetőek, akkor a vegyületek kötéseiről is kapunk információt. Az ásványok ilyen módú vizsgálatára a röntgensugárzás hullámhossztartománya alkalmas (röntgenfluoreszcencia).
- *Lángspektroszkópia és plazmaemissziós spektroszkópia:* a módszerek lényege a fluoreszcenciás spektroszkópiához hasonlóan az, hogy az atomokat jellemző (karakterisztikus) hullámhosszú sugárzás kibocsátására bírja. Ezt régebben gázlángban való hevítéssel oldották meg, újabban már inkább plazmaáramba[7] helyezéssel érik el. A vizsgálandó mintát oldatba (leginkább vizes oldatba) vagy likvid halmazállapotba kell vinni (megolvasztás, párologtatás útján), amit egy vivőgáz (leginkább argon) segítségével porlasztva kell a gázlángba, illetve a plazmaáramba juttatni. Az *induktív kapcsolású plazma* (ICP) módszer alkalmazásakor egy rádiófrekvenciás generátor által keltett elektromágneses téren vezetik át az induktív fűtéssel felhevített plazmaáramot. A módszer segítségével viszonylag gyorsan (<1 perc), kis mennyiségű oldatból (~0,5–1 ml) igen nagy érzékenységgel kimutatható (a vivőgáz és az oldószer elemei kivételével) minden kémiai elem jelenléte és mennyisége. Az ICP kombinálható a szintén aeroszol-mintát igénylő *atomemissziós spektroszkópiá*val (ICP-AES) vagy a *tömegspektroszkópiá*val (ICP-MS); ez utóbbi az 1980-as évek fejleménye. Az előbbi a kibocsátott sugárzás intenzitásával alkalmas mennyiségi meghatározásra. A tömegspektroszkópia az ionok tömeg-töltés arányának mérését jelenti, így ugyanazon elem különböző izotópjainak megkülönböztetésére is alkalmas; a mérés legmegbízhatóbb formája, elsősorban fémek esetében. A környezeti célú vizsgálatokban, ahol rendszerint kis koncentrációban jelen lévő és egymástól spektrálisan nehezen elkülöníthető

[7] A plazma ionizált állapotú gáz; elektromos töltéséből fakadó speciális viselkedése miatt önálló (a gáztól eltérő) halmazállapotnak szokás tekinteni.

elemek kimutatása a feladat, ez a két módszer igen nagy szerepet játszik (bővebben lásd pl. BRADFORD – COOK 1997).

- *Infravörös spektroszkópia, termális infravörös spektroszkópia:* az elektromágneses hullámok vörösön inneni tartománya nem az atomokra, hanem a molekulák kémiai kötéseire jellemző, rendszerint abszorpciós színkép felvételére alkalmas. A kötésben lévő elektronok az energiaszintjüknek megfelelő hullámhosszú sugárzásra rezonálnak; ez a sugárzás elnyeléséből figyelhető meg. Ennek megfelelően bizonyos, az adott kötéseket tartalmazó vegyületek jelenlétére lehet következtetni a referencia-színképekkel való összehasonlítás alapján. A mérés szilárd fázisban, akár távérzékelés formájában is kivitelezhető, és terepi műszerrel is megoldható. Alkalmas a környezeti vizsgálatoknál fontos, mállás és kőzetelváltozások során létrejövő ásványok (agyagásványok, szulfátok stb.), valamint szerves anyagok kimutatására.
- *Elektronspektroszkópia:* a vizsgálandó anyag megfelelően előkészített felületére nagy energiájú elektronnyalábot bocsátva részint karakterisztikus energiájú elektronok emissziója érhető el (Auger-effektus), részint szintén az elemekre jellemző röntgensugárzás gerjeszthető. Ez utóbbit használja ki az *elektron-mikroszonda*, amelynek segítségével felületi csiszolatokból az egyes ásványszemcsék elemi összetételéről (de csak a fluornál nagyobb rendszámú, vagyis legalább három elektronhéjjal rendelkező elemekről) kaphatunk információt. A módszer előnye a nagy felbontás: akár 3 μm-es átmérőjű térrészeket is elkülöníthetünk vele.

3.1.2.3 Termoanalízis

A ***termoanalízis*** során az anyag fizikai tulajdonságait mérjük és kémiai reakcióit figyeljük meg a hőmérséklet függvényében. A földtani anyagvizsgálati gyakorlatban elsősorban a tömeg változása (***termogravimetria***) és a minta, illetve inert referenciaanyag között fellépő hőmérsékletkülönbség (***differenciális termikus analízis***) mérése alkalmazható. E két jellemző a *derivatográf* nevű berendezéssel szimultán mérhető egyenletes, vagy irányított sebességű felfűtés mellett. Mindkettővel anyagjellemző (ásványok jelenlétének azonosítására lehetőséget adó) reakciók figyelhetőek meg. A minta tömegváltozása (rendszerint csökkenése) gázfelszabadulással járó reakciókat jelez. A pozitív, illetve negatív hőmérsékletkülönbség fellépése exoterm, illetve endoterm reakciók jele. A reakciók kémiai tömegmérlegének és a minta tömegének ismeretében a tömegváltozásból a reagált anyag mintabeli részarányát is kiszámíthatjuk. A módszer elsősorban a környezeti vizsgálatoknál gyakorta szerepet játszó agyagásványok, karbonátok, szulfátok, szulfidok és szerves anyagok észlelésére ad módot. A módszer által szolgáltatott elsődleges adat a tömegváltozási (TG) és a hőmérsékletkülönbségi (DTA) görbe, amelyeket a felfűtési idő, illetve az inert referenciaanyagban mért hőmérséklet függvényében is ábrázolhatunk.

3.1.2.4 Radiometrikus és mágneses kormeghatározás

Bár a radiometrikus és mágneses tulajdonságok rendszerint terepi mérést igényelnek (ezek ismertetésére a geofizikai módszerek között kerül sor), van néhány olyan megfigyelhető jelenség

is, amely a múltbeli állapot következményeként jött létre, és az anyagminta „abszolút”[8] korának meghatározását teszi lehetővé.

A ***radiometrikus kormeghatározás*** azt használja ki, hogy sok ásvány tartalmaz valamilyen mennyiségben radioaktív elemeket, illetve izotópokat. Bizonyos hőmérséklet alatt, amit *záródási hőmérséklet*nek neveznek, az *anyaelemek* bomlása során keletkező stabilis *leányelem*ek nem jutnak ki a kristály belsejéből, hanem ott felhalmozódnak. Így az anya- és leányelemek mennyiségének arányából a *felezési idő* ismeretében ki lehet számítani a záródás bekövetkezte óta eltelt időt. Többféle bomlási sor – a felezési idők függvényében – több időlépték követésére használható fel (lásd táblázat); ezek többnyire geológiai léptékek.

Egy másik lehetőség, amely főként a szerves anyagok esetében használható: ezekbe az anyagokba a szén radioaktív, 14-es tömegszámú izotópja a környezetbeli jelenléte által meghatározott arányban épül be az élőlény életében, majd pusztulása után – a bomlás következtében – fogyni kezd. A kiinduló arány, a fogyás és a felezési idő ismeretében meghatározható a szerves anyag kora. Ez főként a régészet időtávjaihoz hasznos módszer.

3.1.2.4 – 1. táblázat: kormeghatározásra használható radioaktív bomlási sorok

Anyaelem	*Stabil leányelem*	*Felezési idő*
K40	Ar40	1 250 000 000 év
Rb87	Sr87	48 800 000 000 év
Th232	Pb208	14 000 000 000 év
U235	Pb207	704 000 000 év
U238	Pb206	4 470 000 000 év
C14	N14	5 730 év

Jellemző lehet bizonyos stabil izotópok beépülésének aránya is az anyagokba, ami pl. a légköri atomkísérletek időszakában leülepedett porrétegek kormeghatározására lehet alkalmas, de nagyobb, helyi vagy globális környezeti katasztrófák (pl. meteoritbecsapódások, vulkánkitörések) nyomait is őrizhetik.

A kristályok a leányelemeken kívül megőrizhetik a bomlás során keletkező sugárzás által keltett rácshibákat, a *hasadványnyom*okat. Ezek a záródási hőmérsékleteknél rendszerint alacsonyabb (100°C alatti) hőmérsékletek elérésének időpontját jelzik; leginkább apatit- és cirkonszemcséken lehet ilyen megfigyeléseket eredményesen végezni.

A kőzetekbe a földmágneses mező erővonalai irányítottságának megfelelően beálló, mágneses tulajdonságú ásványszemcsék *paleomágneses* tengelyirányainak mérésével egyrészt a kőzettest

[8] Az ősmaradványokon, vagyis az élővilág evolúcióján alapuló geológiai időskála csak relatív kormeghatározást tesz lehetővé; években nem tudjuk közvetlenül megadni pl. egy-egy egykori élőlényfaj fajöltőjét. Az ismert felezési időkön alapuló, így évekre váltható radiometrikus időskálát ezért abszolút kornak is szokás nevezni, noha a mérési pontosság és néhány tényező bizonytalansága (pl. a záródási hőmérséklet alá hűlés sebessége és időpontja a kristályosodáshoz képest) nem teszi lehetővé a néhány millió évnél pontosabb meghatározást.

képződése óta bekövetkezett elfordulásaira következtethetünk, másrészt viszont a Föld mágneses pólusváltásai ismeretében a korukról nyerhetünk információt.

A különböző módszerek által szolgáltatott koradatok elég sok tényező függvényei; önmagukban, még ha hibájuk meg is van adva, akkor sem mindig egyértelmű, hogy mire vonatkoznak. Jelentősége lehet annak, hogy miféle ásványból (anyagból), milyen kőzetből, milyen módszerrel kaptuk az adatot. Egy üledékes kőzet átöröklött ásványszemcsési pl. az anyakőzetük korát fogják tükrözni, míg újonnan formált ásványaik magáét az üledékes kőzetét. A záródási hőmérséklet ásványfajonként változó lehet. A földtani adatok között oly gyakran megjelenő kor esetében ezért fokozottan érvényes az a korábbiakban már hangsúlyozott állítás, hogy az összes releváns adatot tartalmazó adatrekordra van szükség az adatok felhasználása során.

Felhasznált irodalom

BRADFORD, TRACI – COOK, M. NICOLE 1997: Inductively Coupled Plasma (ICP). http://ewr.cee.vt.edu/environmental/teach/smprimer/icp/icp.html, 12-22-1997

BRAUNGARDT, CHARLOTTE B. – ACHTERBERG, ERIC P. – ELBAZ-POULICHET, FRANCOISE – MORLEY, NICHOLAS H. 2003: Metal geochemistry in a mine-polluted estuarine system in Spain. *Applied Geochemistry* **18** pp. 1757-1771.

ROSE, A. W. – HAWKES, H. E. – WEBB, J. S. 1979: Geochemistry in Mineral Exploration (2nd Edition). *Academic Press, New York*, 657p.

ZELENKA T. – KALÓ J. – NÉMETH N. 2005: Az alsótelekesi gipsz-anhidrit dóm szerkezete. *Földtani Közlöny* **135/4**, pp. 493-511.

SZTRÓKAY K. I. – GRASSELLY GY. – NEMECZ E. – KISS J. 1970: Ásványtani praktikum I-II. *Tankönyvkiadó*, Budapest

TWISS, R. J. – MOORES, E. M. 1992: Structural Geology. *Freeman & Co*, New York

3.2 A földtani megismerés geofizikai eszközei

A geofizikai módszerek a földtani kutatás közvetett feltárási eszközei közé tartoznak, azaz a kutatás célobjektumát, vagy annak egy megismerendő tulajdonságát nem közvetlenül, hanem a földtani környezet valamilyen más fizikai paramétereinek (pl.: mágneses térerősség, fajlagos elektromos ellenállás, szeizmikus sebesség stb.) mérésén, és az ebből levont matematikai, vagy tapasztalati következtetésen keresztül szolgáltatják.

A geofizikai módszereket leggyakrabban a földtani felépítés, vagy egy vizsgált földtani szerkezet geometriai és petrofizikai jellemzőinek meghatározására alkalmazzák, de az utóbbi időben, a környezetvédelmi feladatok sokasodásával az ilyen célú, speciális alkalmazások is előtérbe kerültek. Így például szennyezett területek, vagy hulladéklerakók feltárásában jelenthetnek gyors és hatékony eszközt, ahol a kutatott területről átfogó információt adnak szemben a közvetlen feltárások (pl. fúrások) pontszerű adatszolgáltatásával.

3.2.1 Mágneses módszer

A mágneses módszer segítségével a Föld mágneses terét mérhetjük nagy pontossággal a kutatási területen. A felszínen végzett mérésekből azoknak a földtani szerkezeteknek, felszín alatti objektumoknak anyagi, és geometriai jellemzőire vonhatunk le következtetéseket, amelyek mágnesezettsége eltér környezetük mágnesezettségétől, anomáliát okozva az adott területre jellemző átlagos mágneses térerősségben. A méréseket ***magnetométerrel*** (protonprecessziós vagy telítettmagos) végzik egy, a keresett objektumok horizontális kiterjedésének figyelembevételével megtervezett rácsháló mentén.

A módszer alkalmas a nagy mélységű földtani viszonyok megismerésére, vasérctelepek, de más eltemetett mágneses vagy mágnesezhető anyagok (pl. vashordók) felkutatására is. A mágneses anomália adatokat (T [nT (nanotesla)]) izovonalas térképek, vagy mágneses szelvények formájában ábrázoljuk

3.2.2. Geoelektromos és elektromágneses módszerek

A geoelektromos módszerekkel a talajban az elektromágneses erőtér természetes vagy mesterséges úton létrejött, elektromos vagy mágneses komponenseit mérjük. Ez a tér lehet egyen- és váltóáramú. A mérések eredményeként meghatározható az altalaj, illetve a kőzetek elektromos fajlagos ellenállása, és a hozzátartozó mélység, amelyekből következtethetünk a földtani felépítésre. Mivel sok esetben a talajba, illetve a talajvízbe jutott szennyező anyagok megváltoztatják azok fajlagos ellenállását, így lehetőség nyílik a szennyezés felkutatására és lehatárolására is.

A ***fajlagos ellenállás*** a fajlagos vezetőképesség reciproka, definíciószerűen az 1m élhosszúságú kocka ellenállása abban az esetben, ha az árambevezetés a kockalap közepén, a kivezetés az ellentétes lap közepén történik. Ennek a kőzetparaméternek az az előnye, hogy igen tág tartományban mozog, így a mérés eredményeképpen jól elkülöníthetőek az egyes kőzetek. Emellett egyszerűbb kőzettípusok fajlagos ellenállása és porozitása között függvényszerű kapcsolat van [Ádám O., Steiner F., Takács E., 1993]. A fajlagos ellenállás a porozitás, a nedvességtartalom és az agyagtartalom indikátora is egyben. Így, mivel az agyagnak nagy a porozitása, és a vízzel töltött pórusok aránya, fajlagos ellenállása rendkívül alacsony (~ 5 Ωm).

3.2.3.Egyenáramú módszerek

A méréseknél egyenáramot, hatását illetően kisfrekvenciás váltóáramot használunk. Ezeknél a módszereknél a mérés helyét és geometriáját változtatva ugyanazon a frekvencián mérünk. Egyenáramú, fajlagos ellenállást mérő módszerek a vertikális elektromos szondázás (VESZ), a horizontális elektromos szelvényezés (HESZ), és a természetes potenciál módszer.

Vertikális elektromos szondázás (VESZ)

A mérés során a ***tápelektródákon*** (jelük A és B) keresztül áramot vezetünk a talajba, amelynek hatására egyenáramú áramtér jön létre, s a két ***mérőelektróda*** (jelük M és N) között így kialakuló feszültségkülönbséget mérjük (**3.2.3 – 1. ábra**). Ebből a rétegződés és az elektródaelrendezés hatását is magán viselő ún. ***látszólagos fajlagos ellenállást*** kapunk.
A látszólagos fajlagos ellenállást (ρ_a) a következő összefüggéssel lehet meghatározni [Ádám O., Steiner F., Takács E., 1993]:

$$\rho_a = k \cdot \frac{\Delta U}{I}$$

ahol ΔU a mért potenciálkülönbség [V],
I a talajba vezetett áram erőssége [A],
k a geometriai állandó [m].

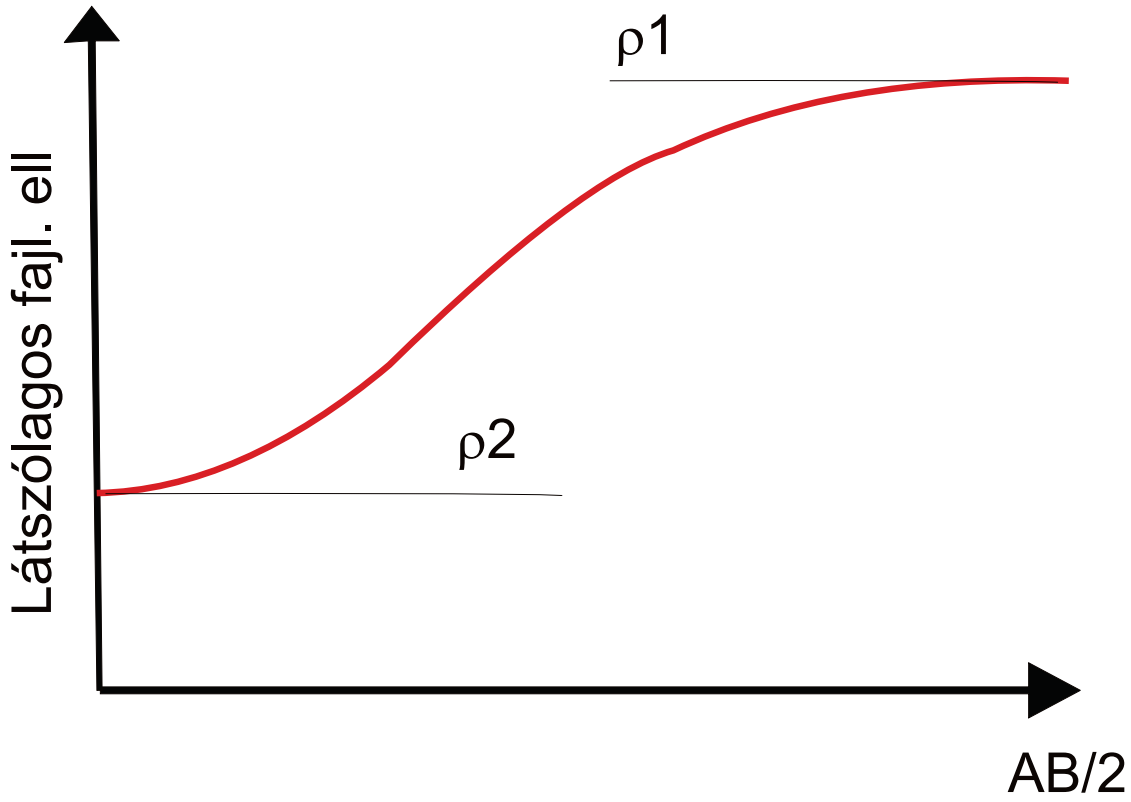
A mérést többféle elektróda-elrendezéssel lehet végrehajtani. A behatolási mélység (az a mélység, ahol az áramsűrűség még elegendően nagy ahhoz, hogy a földtani felépítésről a felszínen információt kaphassunk) növelését vagy a tápelektródák, vagy a táp- és a mérődipólok közötti távolság növelésével érhetjük el az elektróda elrendezéstől függően.

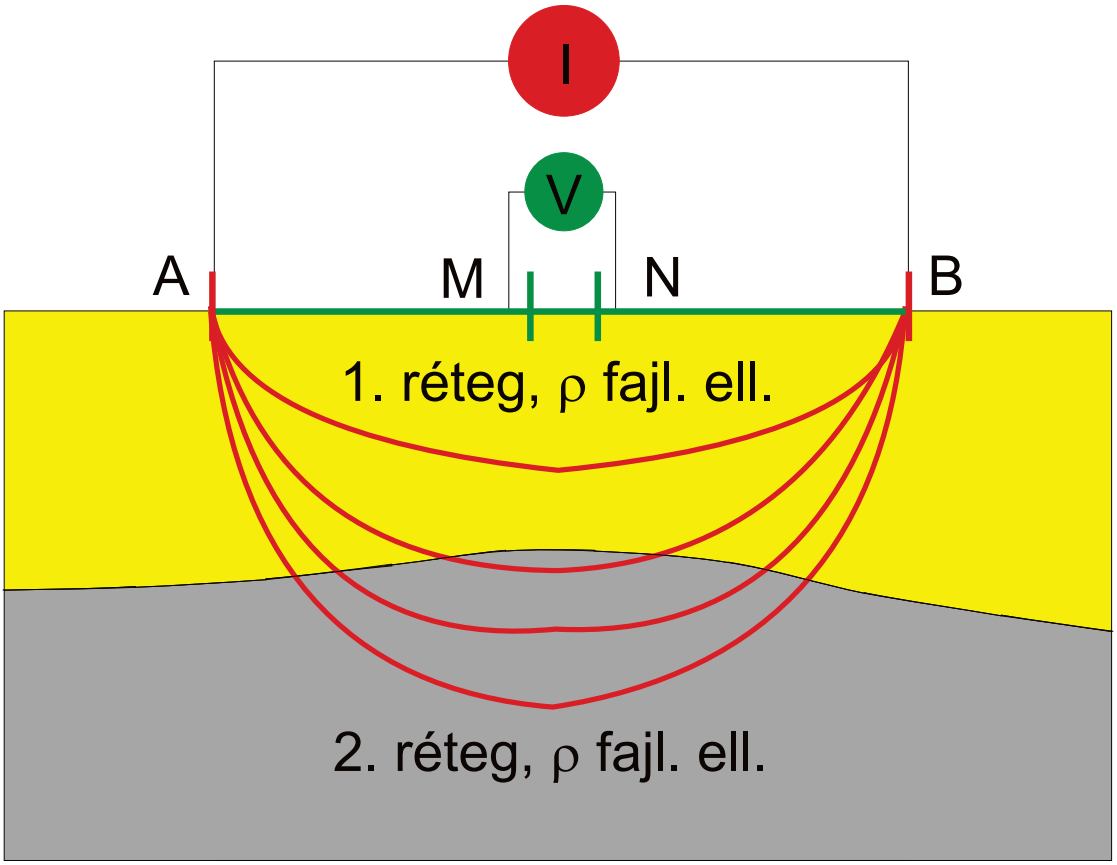
A VESZ-t a rétegzett féltér geometriai (rétegvastagság) és geofizikai (fajlagos ellenállás) paramétereinek meghatározására használjuk. Mivel a különböző típusú kőzetek fajlagos ellenállása általában eltérő, a VESZ alkalmas a földtani felépítés meghatározására. Ugyanakkor alkalmas a hulladéktest, vagy a szennyezett csóva mélységi lehatárolására is, mivel általában a hulladék, ill. a szennyezés és környezetének fajlagos ellenállása is jól elkülöníthető egymástól.

Horizontális elektromos szelvényezés (HESZ)

Állandó behatolási mélység mellett határozzuk meg a látszólagos fajlagos ellenállás horizontális irányú változását egy szelvényvonal vagy felszíni ponthálózat mentén. Ennél a módszernél az AMNB elektródaelrendezés méretei (azaz az elektródatávolságok) állandóak, a mérési középpont helyét változtatjuk.

A HESZ-el adott mélységig térképezzük fel a látszólagos fajlagos ellenállás vízszintes eloszlását, ezért egy földtani szerkezet (pl. agyaglencse), vagy más objektum (pl. hulladéktest) horizontális kiterjedésének lehatárolására alkalmas.





3.2.3 – 1. ábra: Schlumberger elektróda-elrendezés, a szelvény mentén mérhető látszólagos fajlagos ellenállás képe

Természetes potenciál (SP) módszer

A természetes potenciál (SP) módszernél olyan lokális elektromos terek feltérképezése történik, amelyeket bizonyos földtani képződményekben a bennük lejátszódó fizikai-kémiai jelenségek, vagy két különböző tulajdonságú közeg érintkezése hoz létre.
A természetes potenciál kialakulásának okai lehetnek [Ádám O., Steiner F., Takács E., 1993]:

- *Oxidációs-redukciós* potenciál jön létre, ha az oxigénben dús talajvíz fémekkel vagy szulfidos ércekkel érintkezik.
- *Kontakt potenciál* kialakulhat két különböző fázisú anyag érintkezésénél (átfagyott talaj és vízzel telített talaj), vagy szilárd fázisú anyagok allotróp módosulatainak érintkezésénél (márvány és mészkő), valamint a különböző összetételű kőzetek határfelületén.
- *Elektróda potenciál* a fémes és az elektrolitos (ionos) áramvezetésű anyagok érintkezésénél alakul ki.
- *Filtrációs potenciál*t a kőzetek pórusaiban áramló víz szivárgása hozza létre.

Ez a módszer az egyenáramú mérések legkisebb költségű és legegyszerűbb változata, hiszen csak a mérőelektródák közötti potenciálkülönbség mérésére van szükség. A felszínen mérhető SP-jel kis értékű háttér potenciálokból és több száz mV-os anomáliát adó potenciálokból állhatnak. Ilyen anomáliát okozhat egy érctest, vagy a talajvíz szivárgása. A módszer tehát alkalmazható érctestek felkutatására, továbbá gátakon keresztül történő vízszivárgás, vagy felszín alatti csővezetékek korróziós helyeinek felderítésére, a vizek áramlási irányának meghatározására.

3.2.4. Váltóáramú módszerek

Váltóáramú mérések során mind az elektromos, mind a mágneses komponenseket felhasználjuk a kutatásnál. A behatolási mélység szabályozását itt nem az elektródatávolságok, hanem a frekvencia változtatásával érjük el.

Gerjesztett polarizáció módszer (GP)

A GP módszer lényege, hogy az áramelektródákon (AB) keresztül áramot táplálunk a talajba, amelyet a gerjesztési idő elteltével kikapcsolunk. Az áram kikapcsolása után még észlelhető egy folyamatosan csökkenő nagyságú feszültség [Turai E.: 1993]. Továbbá a tápáram bekapcsolásakor a mérőelektródákon észlelhető feszültség csak egy bizonyos idő elteltével stabilizálódik (**3.2.4 - 1. ábra**). E jelenség oka az ún. ***gerjesztett polarizáció***, az áram hatására végbemenő töltésátrendeződés.
A fontosabb - földtani környezetekben előforduló - polarizációk típusai:

— filtrációs polarizáció: a pórusfolyadék disszociált ionjai a gerjesztés hatására szétválasztódnak és amennyiben a pórusok keresztmetszete tágul vagy szűkül, akkor az áramfolyás irányában nézve a szűkületek előtt ion-felhalmozódás, a tágulatoknál pedig ionhiány lép fel. Akkor alakul ki, mikor a pórusokban lévő fluidum vezet.
— membrán polarizáció: a közeg diszperz agyagtartalma esetén, mivel a pórusok felületén a negatív töltésű agyagszemcse a pórusfolyadékból pozitív töltésű ionokat vonz magához, kialakul egy kettős réteg (membrán). Az áramtér hatására a pozitív töltésű ionok azonban elmozdulnak eredeti helyzetükből, a membrán megfeszített állapotba kerül, majd az áram kikapcsolása után az ionok kis idő elteltével visszarendeződnek.
— redox polarizáció: a közegben lezajló oxidációs és redukciós folyamatok esetén kialakulnak pozitív és negatív töltésű zónák, amelyek már gerjeszthetőek.
— kontakt polarizáció: ha egy felület két oldalán különböző az anyagi minőség, akkor ez a felület áram hatására feltöltődhet. Ennek egyik fajtája az elektróda polarizáció, amely ionos vezetésű üledék és elektronos vezetésű fém határán lép fel.

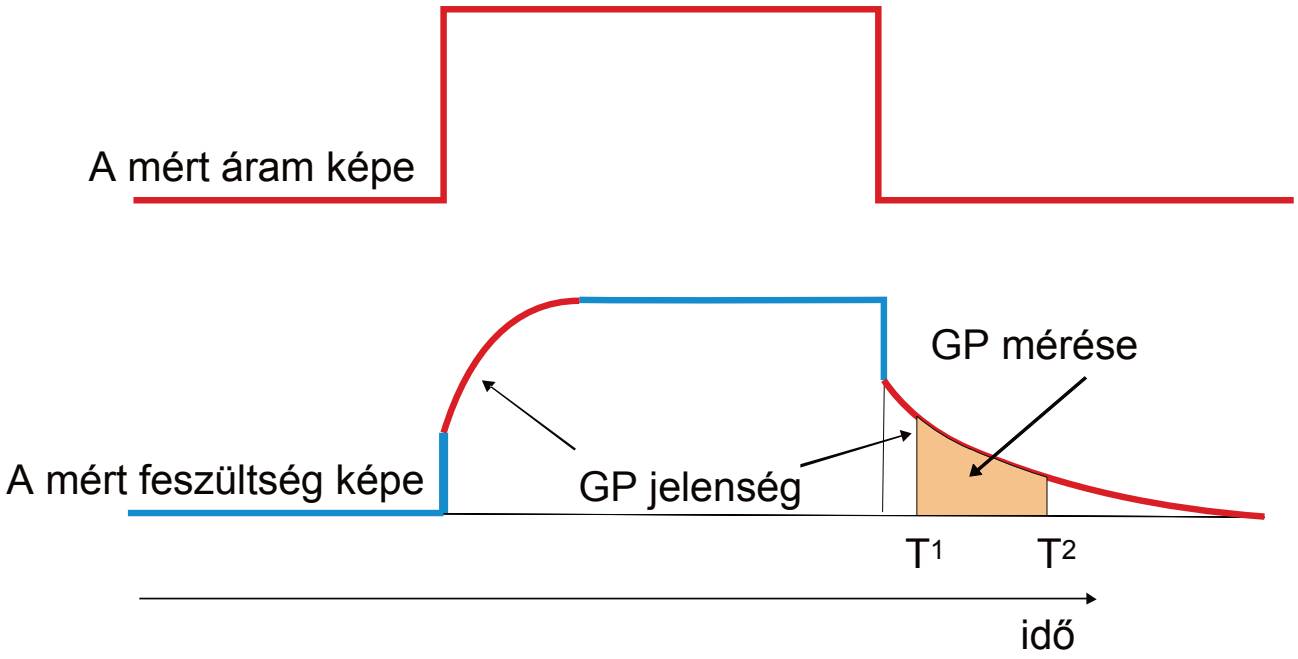
A GP módszerrel módunk van arra, hogy kimutassuk ezeket a hatásokat, és ezzel a hagyományos fajlagos ellenállás meghatározáshoz képest többlet információhoz juthatunk. A GP idő-tartománybeli változatánál a lecsengő feszültséget mérik, míg a frekvencia-tartománybeli méréseknél alacsony frekvenciáknál (néhány Hz) a látszólagos fajlagos ellenállás frekvenciafüggését határozzák meg.

A GP mérésekkel szulfidos érctestek, ólom-, cink érctelepek, evaporit telepek, valamint víztároló rétegek kutathatóak, ugyanakkor szennyezett térrészek is kijelölhetőek, a szennyezés mértéke becsülhető, és a szennyezés típusa is minősíthető a különböző típusú polarizációk dominanciájából.

VLF módszer

A VLF módszer távoli, alacsony frekvenciás (10-30 kHz) katonai rádiójelek talajban történő elnyelődésének vizsgálatával szolgáltat földtani információt. A mérés során, a kutatási területen az adóállomások elektromágneses térösszetevőinek nagyságát és a talajfelszínhez viszonyított dőlésszögét határozzuk meg [Csókás J., 1984]. A földtani információkat a ***térerősség-komponensek*** relatív ***amplitúdójának*** és ***fázisszögének*** területi eloszlásából, vagy egy-egy állomáshoz tartozóan a komponensek egymáshoz viszonyított amplitúdói és fázisszögei alapján nyerhetünk. A hosszú hullámú elektromágneses hullámok behatolási mélysége a felszín alatti kőzetek elektromos ellenállásától függ, agyagok esetén a behatolási mélység például mindössze néhány méter.

E módszert főként horizontális szelvényezésre és térképezésre alkalmazzuk. Kis mélységben elhelyezkedő érctelérek, agyagos zónák kimutatására, a felszín közeli talajösszlet integrált fajlagos ellenállás - eloszlásának meghatározására szolgál.



3.2.4 – 1. ábra: a GP jelenség szemléltetése

3.2.5. Mélyfúrási geofizika (fúrólyukszelvényezés)

A mélyfúrási geofizika fúrásokkal harántolt formációk jellemzőinek, és a fúrólyukak állapotának meghatározásával foglalkozik. A mérés történhet közvetlenül a fúrás lemélyítése után, ekkor többnyire a harántolt rétegsor meghatározása a feladat, de alkalmazható a módszer már kicsövezett kút vizsgálatára is. Ekkor a kúthibák (csövezési hibák, szűrő eltömődése stb.) megkeresése, elveszett fúrási napló esetén a produktív réteg beazonosítása a feladat. Legelterjedtebb alkalmazási területe az olajiparban és a vízkutatásban van.

A mérés a fúrólyukban vagy a kiképzett kútban a jeltovábbítást szolgáló kábelre rögzített szonda, vagy több szondából álló szondavonat felfelé vontatásával történik. A szelvényekből legtöbbször az érintetlen képződmény földtani adatait kell meghatározni. Mivel azonban a szondák a fúrás által lényegesen megváltozott környezetben (természetes település megzavarása, a fúróiszap infiltrálása a rétegekbe), a környezet által módosított mennyiségeket érzékelik, ezért a nyers szelvényadatokat a módosító hatásokkal korrigálni kell. A vizsgált térfogat alakja és nagysága magától a mérési módszertől, és a közegtől egyaránt függ.

3.2.6. Nukleáris módszerek

Természetes Gamma szelvényezés

A szonda detektora a szondát körülvevő térrészben végbemenő radiokatív bomlásokat kísérő ***gamma-sugárzás**** intenzitását (impulzus/időegység (perc általában)) detektálja. Annak a

valószínűsége, hogy a gamma foton eljut a detektorhoz mielőtt elnyelődne, annál nagyobb, minél közelebb történt a bomlás a detektorhoz. A mért intenzitás adat, tehát nem egy élesen lehatárolható térrészre vonatkozik. A gyakorlat azt mutatja, hogy a detektált sugárzás kb. 90 %-a a szonda körüli 150-300 mm sugarú térrészből származik.
/*Gamma-sugárzás: Magátalakulások során keletkezik, amikor a gerjesztett mag kisebb energiaszintre (alapállapotba) jut, miközben energiafeleslegét gamma-fotonok formájában leadja. A röntgen-sugárzáshoz hasonló elektromágneses sugárzás, csak kisebb hullámhosszú. A radioaktív izotóp nem alakul át más elemmé, mert töltött részecske kibocsátása nem történik./

A méréshez egy gamma-sugárzást mérő detektort (rendszerint ***szcillintációs számláló)*** tartalmazó szondára van szükség, továbbá az adatrögzítést, jeltovábbítást, elektromos áramot biztosító egyéb eszközök. A mérés során nagyon fontos a detektor időállandójának, vagy digitális műszernél a mérési időnek a megfelelő megválasztása. A radioaktív sugárzás ugyanis véletlenszerű, így a sugárzás intenzitásának mért pillanatnyi értékei nem lesznek azonosak ugyanabban a vizsgálati mélységben. Ezért egy adott időegységre eső intenzitásértékeket átlagoljuk. A szondák minden esetben ***látszólagos aktivitást*** mérnek, ami valódivá korrekcióval tehető, a béléscső, szűrő, fúróiszap sűrűsége, vastagsága, a szonda excentricitása stb. figyelembevételével.

A természetes földtani közegben a K^{40}-es izotópja, és az ***Uránium*** ill. ***Tórium*** leányelemei emittálnak gamma-sugárzást. Az U^{238} több leányelemen keresztül (köztük a Ra^{226}, Rn^{222}) bomlik Pb^{206} stabil izotóppá, az U^{235} Pb^{207}-é, a Th^{232} pedig Pb^{208}-á. A K^{40} egyetlen lépésből stabil izotóppá alakul. A legintenzívebb sugárzó kőzetek -melyek ezeket az izotópokat tartalmazzák - a következők [Csókás J., 1989]:

- Agyag, agyagmárga, agyagpala: elsősorban a káliumtól, de az uránium és a tórium is szívesen kötődik agyagásványokhoz adszorpció és ioncsere útján.
- Kálisók,
- Foszfátok,
- Bizonyos szenek, amelyek adszorbeáltak uránt,
- Savanyú vulkanikus kőzetek: gránit, szienit, riolit,
- Földpátok, csillámok.

Igen alacsony sugárzás intenzitást mutatnak ugyanakkor:

- mészkő, dolomit,
- a legtöbb kőszén,
- kősó,
- kvarcból álló tiszta homok, homokkő
- bázikus vulkanikus kőzetek.

A természetes gamma - szelvényezést alapvetően az ***agyagosság meghatározására*** használják. Egy agyagréteg magas intenzitásértékkel jelentkezik a szelvényen, míg egy homok alacsonnyal, tehát a szelvényen az egyes réteghatárokkal szemben a rétegek agyagtartalmával

összefüggő indikációt kapunk. Pontosabban nem pusztán az intenzitás, hanem az intenzitás és halmazsűrűség szorzata lesz jellemző egy kőzetre, mivel azonos minőségű és mennyiségű radioaktív ásványt tartalmazó, de eltérő halmazsűrűségű kőzetekben mért intenzitás nem egyforma az önabszorpció miatt.

Azoknak a kőzeteknek, amelyeknél a magas radioaktivitás az agyag részarányukból ered (kálisók, márga, pala), agyagtartalmuk meghatározható. A szonda megfelelő kalibrálásával az agyag térfogatszázaléka becsülhető. Emellett litológiai tagolásra, hasadó anyagok kutatására, radioaktív nyomjelzőkkel béléscső hibák megkeresésére is alkalmazható.

Gamma – Gamma szelvényezés

A gamma-gamma szelvényezés során a szondába beépített gamma sugárforrásból kilépő fotonok a környező közeg atomjaival kölcsönhatásba lépnek (***Compton-szórás***), így a detektorba (ólomárnyékolással a kilépő fotonok közvetlen érzékelését kizárjuk) az atomok elektronjain szóródást szenvedett gamma-fotonok érkeznek. A mért intenzitás annál kisebb, minél nagyobb az ütközések száma, azaz minél nagyobb az elektronsűrűség, ami viszont a kőzet sűrűségével, többfázisú közeg esetén a halmazsűrűségével arányos. Éppen ezért a gamma-gamma szelvényezést ***sűrűség szelvényezésnek*** is nevezik. A detektált gamma fotonok 90 %-a a szonda körüli 127-152 mm sugarú térrészből származik.

A szondába egy ***gamma sugárforrás***, rendszerint Cs^{137}-es, vagy Co^{60}-as, és egy detektor, általában itt is ***szcintillációs számláló*** van beépítve.
A mért látszólagos intenzitás érték függvénye a lyukátmérőnek, a fúróiszap, cement, szűrő sűrűségének, a kialakult iszappogácsa vastagságának.

Az alapvető alkalmazás tehát a harántolt összlet sűrűségének meghatározása. Egy fajta ásványszemcsékből álló, telített porózus kőzetek sűrűsége a ***Wyllie-féle tapasztalati szabály*** szerint egyenlő a térfogataránnyal súlyozott pórusfolyadék és kőzetmátrix sűrűségének az összegével [Csókás J., 1989]. A sűrűségszelvényből azonban porozitás meghatározására is lehetőség nyílik. A sűrűség továbbá alapvető adat nem porózus kőzetek ásványi összetételének meghatározására, porózus kőzeteknél pedig más szelvényekkel kombinálva (neutron, gamma-spektrum) a tömörség vizsgálható. A sűrűség, neutron és fajlagos szelvényekből együtt gyorsan azonosítható a tároló-folyadék, és a fázishatárok (olaj-víz).

Neutron-szelvényezés

A neutron módszerek a neutronok és a formációk atomjainak sokféle kölcsönhatásán alapulnak. A kölcsönhatás típusa attól függ, hogy mekkora a neutron energiája és melyik atom melyik izotópjával történik. A mérések ***neutron forrást*** és egy vagy két ***detektort*** tartalmazó szondával történnek. A detektorok a neutron forrásból a kőzetbe hatoló neutronok és a kőzet atomjai kölcsönhatásából keletkezett neutronokat vagy gamma fotonokat számlálják. A

leggyakrabban használt forrás alfa részecskéket kibocsátó izotóp (pl. Am) és Berillium összepréselt keverékéből áll, ugyanis a berillium hélium atommal ütközve neutront bocsát ki.

A neutron forrásból kilépő nagyenergiájú neutronok a közeg atomjaival rugalmasan ütköznek a neutronok, energiájukból veszítenek, lelassulnak, majd neutronbefogás is végbe mehet. A közeg a neutronokkal többféle kölcsönhatásba léphet. Főbb típusai:
- neutron-gamma: a termális neutronok befogásakor a mag gerjesztett állapotba kerül, amely alapállapotba jutásáig gamma fotont bocsát ki,
- neutron-termális neutron: az atommaggal ütközve a neutronok anyira lelassulnak, hogy kinetikus energiájuk megfelel az atomok vibrációs energiájának, ez 0,025 eV,
- neutron-epitermális neutron: A 100 – 0,1 eV közötti energiájú neutronok sűrűségét mérjük.
- neutron-neutron.

A detektor a forrásból kilépő nagyenergiájú neutronokra érzéketlen, csak a környező közegben ***termikus*** energiaszintre lassult ***neutronokat*** számlálja. Az ütközések valószínűségét nyilvánvalóan a formáció egységnyi térfogatában lévő atomok száma befolyásolja. A rugalmas ütközés mechanizmusa szerint akkor maximális az energiaveszteség, ha az atommag a beeső neutronokkal azonos tömegű. Így a lassítás szempontjából legnagyobb hatásfokúak a hidrogén-atomok, és mivel ezek jelenléte víztartalomhoz köthető, így a mért neutron-aktivitás és a víz térfogataránya között kapcsolat állítható fel. Értelemszerűen minél kisebb az aktivitás, annál nagyobb víztartalomra enged következtetni.

A kis porozitású, tömör kőzetekben a neutronok sokkal messzebbre jutnak el a forrástól, a detektorokhoz nagyobb számú termikus, epitermikus neutron ill gamma foton érkezik időegységenként, mint a nagy porozitású, sok H atomot tartalmazó kőzetben. Az agyagok a lemezes szerkezetük miatt nagy mennyiségű vizet tartanak vissza, ezeknél tehát nagy neutron porozitást észlelnek. Az agyagok mellett a gipsz, és a szénhidrogén szintén magas telített pórustartalommal jelentkezik a neutron szelvényeken.

A képződmény porozitásának meghatározása az elsődleges alkalmazási terület, ezért ***porozitás-követő szelvényezésnek*** is nevezik. A korszerű neutron szelvényező rendszereket közvetlenül porozitásra is hitelesíthetik. Emellett más szelvényekkel együtt szénhidrogén tárolók kijelölésére és litológiai tagolásra is alkalmas.

3.2.7. Természetes potenciál (SP) szelvényezés

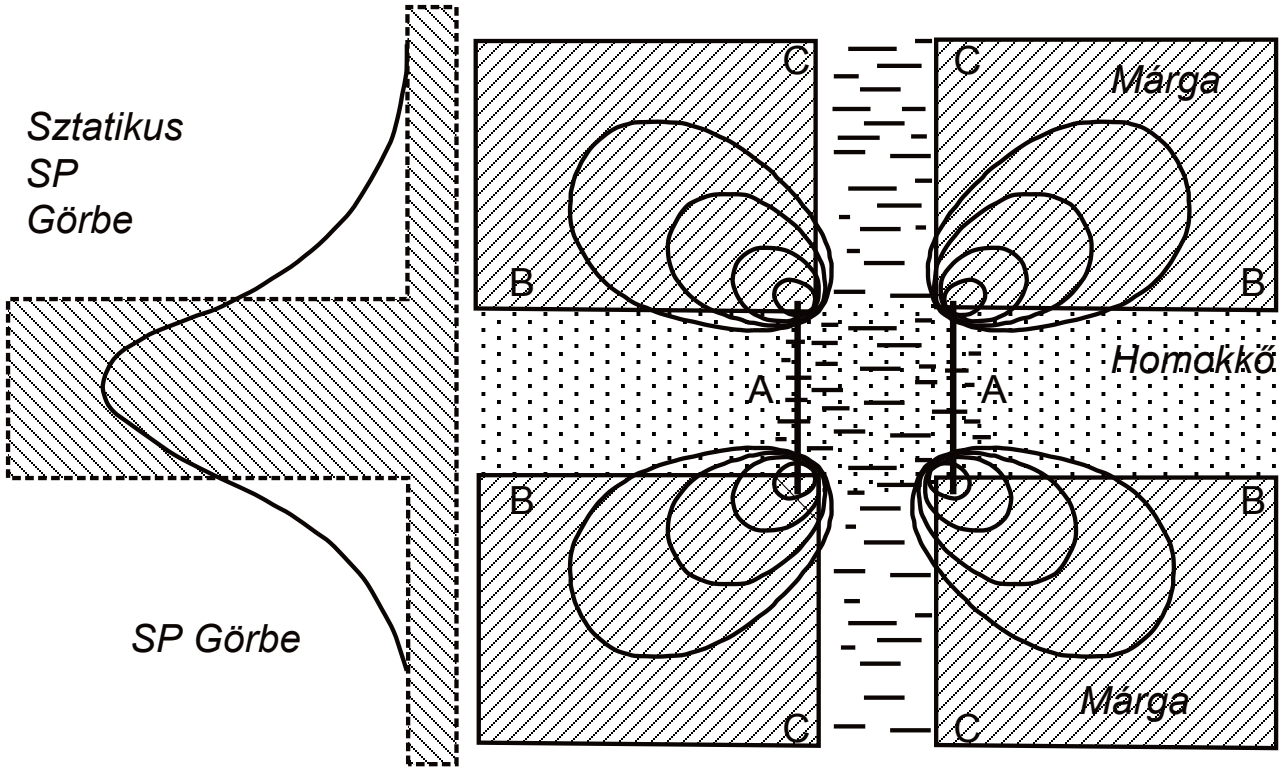
Az SP módszer elméleti háttere megegyezik a felszíni geofizikai módszereknél tárgyaltakkal. A fúrólyukban létrejövő természetes potenciál egyszerűen fogalmazva annak az eredménye, hogy az ionok a töményebb oldat felől (a sós fúróiszap) a hígabb felé (pórusfolyadék) áramolnak. Az iszapfiltrátum és a porózus rétegben jelen lévő rétegvíz találkozásakor tehát ***ionvándorlás*** indul meg, a kisebb koncentrációjú oldat válik negatívvá, mivel a Cl^- ion

mozgékonysága sokkal nagyobb, mint a Na^+ ioné. Az agyagréteg ugyanakkor csökkenti az ionok mobilitását.

A szelvényezésnél lényegében a fúrólyukban felfelé vontatott egyik elektródát és a felszínen lévő másik elektródát összekötjük, és az így kapott áramkörben áram, ill. feszültségváltozásokat regisztrálhatunk. Az SP regisztrátumon a mértékegység mV.

Agyagos és permeábilis rétegek szelvényezése során az SP elektród felfelé haladva a lyukban az SP áramok által az iszaposzlopon létrejött ***ohmikus potenciálesést*** méri. Mivel a felszíni elektród állandó potenciálon van, az agyagos és permeábilis rétegek közötti potenciálváltozást regisztrálják az iszapban. Az SP jel különböző irányú (pozitív, vagy negatív) lesz, attól függően, hogy a rétegvíz és a fúróiszap fajlagos ellenállása hogyan viszonyul egymáshoz. Az SP görbéken az inflexiós pontok tehát mindig az agyagok és porózus rétegek (homokkövek és karbonátok) közötti határt jelölik ki még akkor is, ha a porózus rétegek fajlagos ellenállása nagyon nagy [Csókás J., 1989].

Az SP szelvényezés alkalmazható a pórusokat kitöltő rétegvíz fajlagos ellenállásának meghatározására, ekkor az ún. sztatikus SP szelvényt használjuk fel. Impermeábilis rétegek között porózus permeábilis rétegek kimutatása, réteghatárok és az effektív termelőréteg vastagságának meghatározása lehetséges. A rétegvastagságok és a porozitás ismeretében már számítható a tároló térfogat is. A formációk geológiai azonosítása a hasonló lefutású SP-görbe szakaszok összehasonlításával történik. A görbe lefutásának alakja az üledékképződés folyamán keletkezett rétegződést tükrözi.

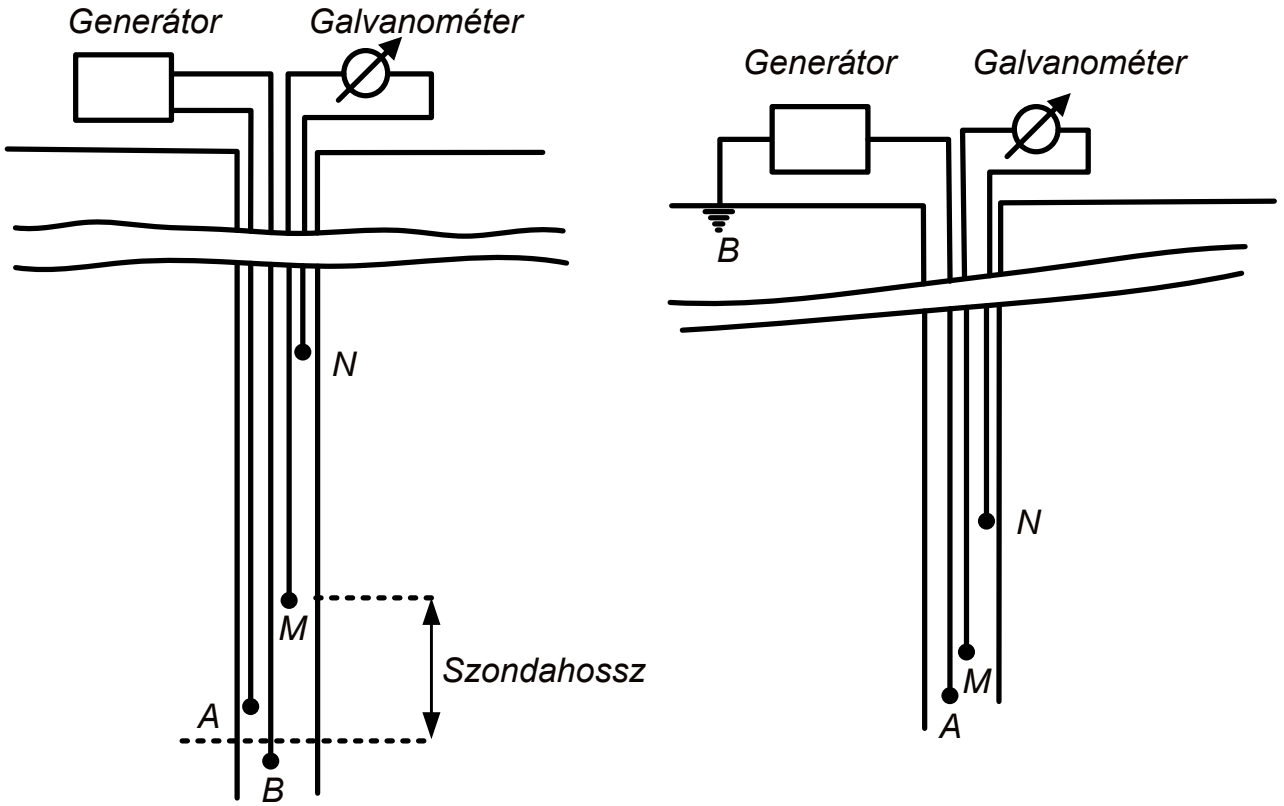


3.2.7 – 1. ábra: Az SP áramok eloszlása és a kialakuló sztatikus és a tényleges SP jel [Csókás J., 1989]

3.2.8. Fajlagos ellenállás szelvényezés

A fajlagos ellenállás szelvényezés elméleti alapjai hasonlóak a vertikális elektromos szondázáséhoz, de a határfeltételek sokkal bonyolultabbak. A fúrólyukszelvény mentén mért potenciáleloszlás és a valódi fajlagos ellenállás között analitikusan csak nagyon egyszerű esetekre lehet a kapcsolatot megállapítani. A fajlagos ellenállás szelvényezésnél alapvetően döntő tényező a fúrólyuk környezete, amelyet a fúróiszap és a rétegfolyadék kölcsönhatása, a réteg permeabilitása és telítettsége alapvetően meghatároz.

A szondák különböző változatai ismertek (**3.2.8- 1. ábra**), a lényeg azonban az, hogy minimum ***4 elektróda*** kell a méréshez két mérő (M, N) és két áram (A, B). A négy szükséges elektródból egy vagy kettő a felszínen földelt, három vagy kettő a fúrólyukban mozog. Ezek elrendezésétől függően más-más mérésről beszélünk és más lesz az eredmény is. A szonda felfelé vontatásával a felszínen a látszólagos fajlagos ellenállással arányos feszültséget regisztrálják. Mindazok a szondák, amelyekre a fúrólyuk nincs nagy hatással, az R_h ***horizontális fajlagos ellenállást*** mérik, ilyen pl. a laterolog szonda, ellenben más szondatípusok az R_h-tól eltérő értéket mérnek.



3.2.8 - 1. ábra: Gradiens (balra) és potenciál (jobbra) szondaelrendezések [Csókás J., 1989]

A fúrási költségek csökkentése miatt minél több szelvényt igyekeznek felvenni egyszerre, ezért a szondákat úgy alakítják ki, hogy egyszerre többféle elektródaelrendezés is megvalósuljon.

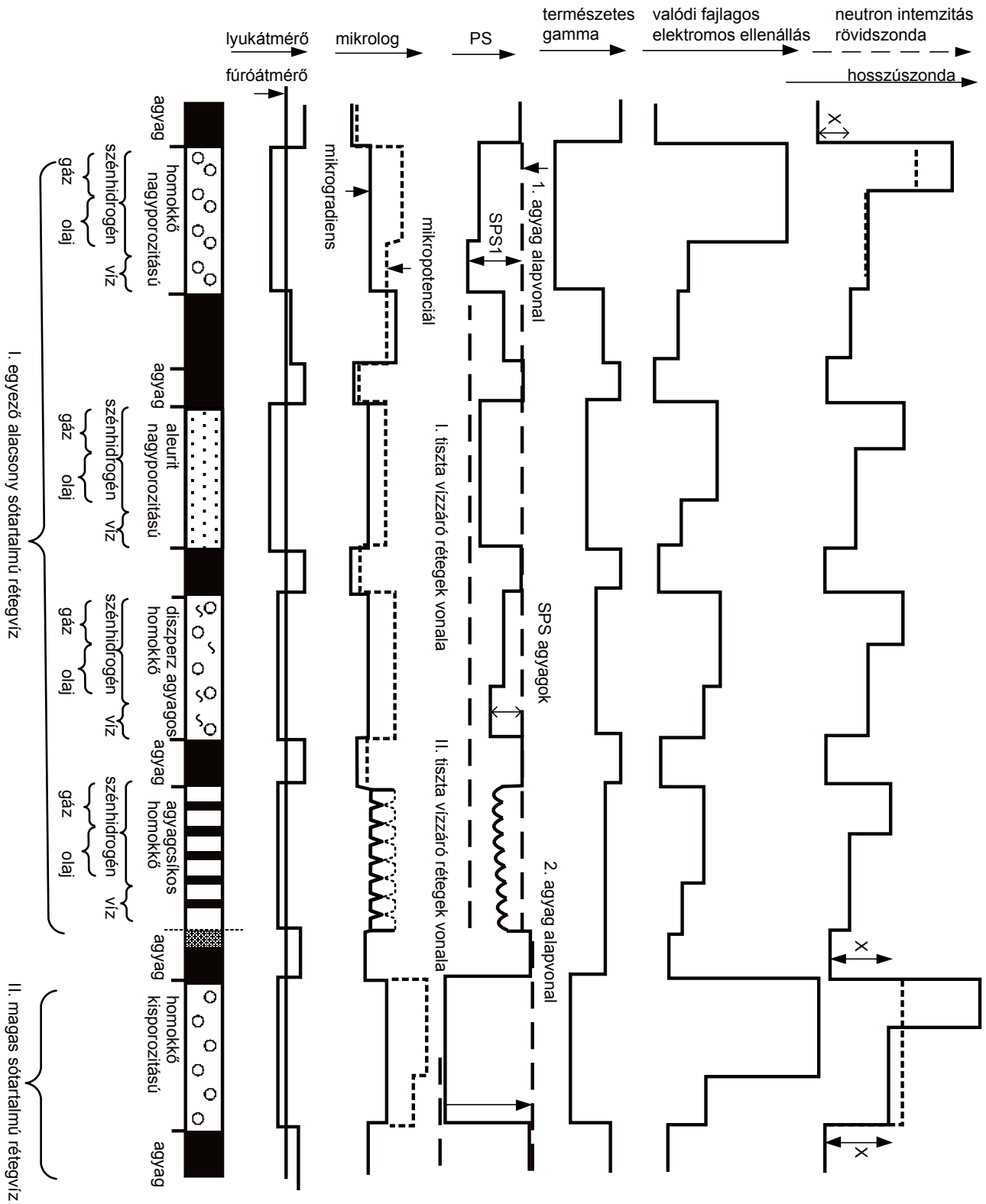
A fajlagos ellenállás szelvényezést alapvetően a porózus permeábilis, és a vízzáró rétegek egymástól való elkülönítésére, illetve a harántolt rétegsor felvételére alkalmazzák.

3.2.9.Hőmérséklet szelvényezés

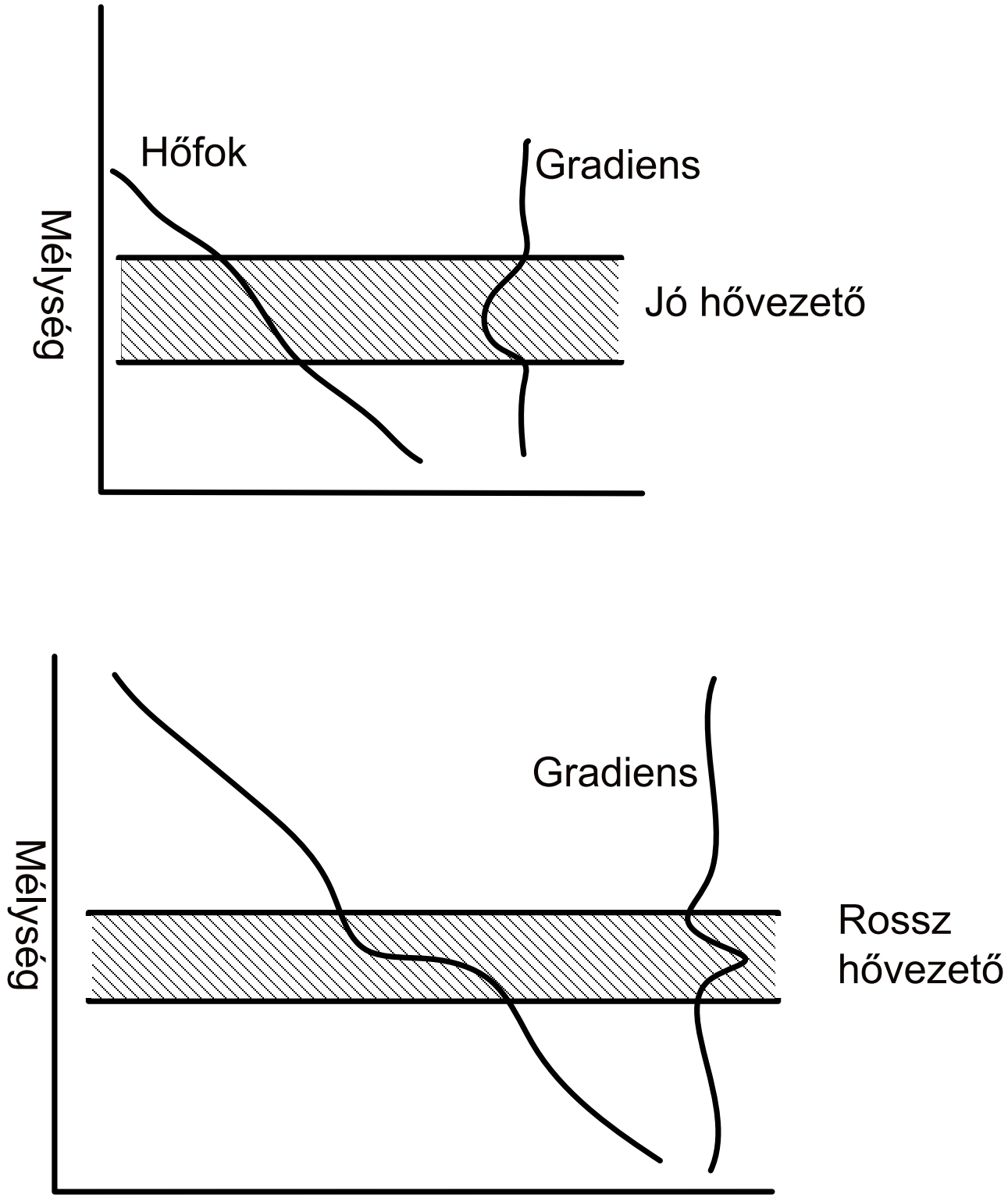
A szelvényezések során a lyuktalp hőmérsékletét mérhetik a szondatestbe helyezett hőmérővel, és/vagy a mélység függvényében a lefelé haladó érzékelővel folyamatos hőmérséklet-regisztrátumot vesznek fel. A neutrális mélység**,** ami alatt a felszíni napi és évszakos hőmérséklet-változás már nem érvényesül, kb. 30 m. Ennél mélyebben a ***geotermikus gradiens*** határozza meg a hőmérséklet emelkedését, ami az egy méterre eső hőmérséklet emelkedést (C^0/m) mutatja meg. Egy adott területen a szerkezeti felépítéstől, és a rétegek ***hővezető képesség***étől függ. Nagy hővezetőképességű képződményekben (kősó, anhidrit) alacsony a gradiens, kis hővezetőképesség esetén (agyagpala) magas. Előfordulhat azonban, hogy a hőmérséklet a talaj és rétegvizek konvekciós hővezetése miatt csak kb. 500 m-nél mélyebben növekszik „szabályosan”.

A fúrólyukban felvett hőfokszelvény a mélységtengelytől nézve lehet konkáv, egyenes vagy konvex. Konkáv görbe esetén vékony üledéksor alatt nagy sűrűségű kristályos vagy bazaltos alapkőzet helyezkedik el nagy hővezetőképességgel, ezért a hőmérséklet az alapkőzethez közeledve rohamosan növekszik. Konvex görbét akkor kapunk, ha a formációk víztartalma a mélységgel csökken, ezért a hővezetőképesség csökken, illetve ha igen vastag az üledéksor (lásd 3.2.9 – 1. ábra**)**.

A hőmérséklet szelvényezést elsősorban a harántolt formáció hőfokának meghatározására alkalmazzák, mivel a legtöbb szelvényezési eljárás kiértékeléséhez hőmérsékleti korrekció szükséges. Emellett azonban szulfidos és más oxidáló ércek is kutathatóak termo-szelvényezéssel. A cement kötése hőemelkedést okoz, így a cementezés után a kötési időtől függő időpontban végzett szelvényezésből a cementpalást tetejének mélysége meghatározható. Gázbeáramlás béléscsősérülésen keresztül, vízbeáramlás, iszapelszökés helye, termelőcsőrepedés helye jelölhető ki.



3.2.9 - 1. ábra: Homokos-agyagos összlet minta-rétegsora [Szilágyi E., Kiss B., 1976]



3.2.9 - 2. ábra: A hőmérséklet és a gradiens szelvény sémája jó és rossz hővezető képződmény esetén [Csókás J., 1989]

3.2.10. Mérnökgeofizikai szondázás

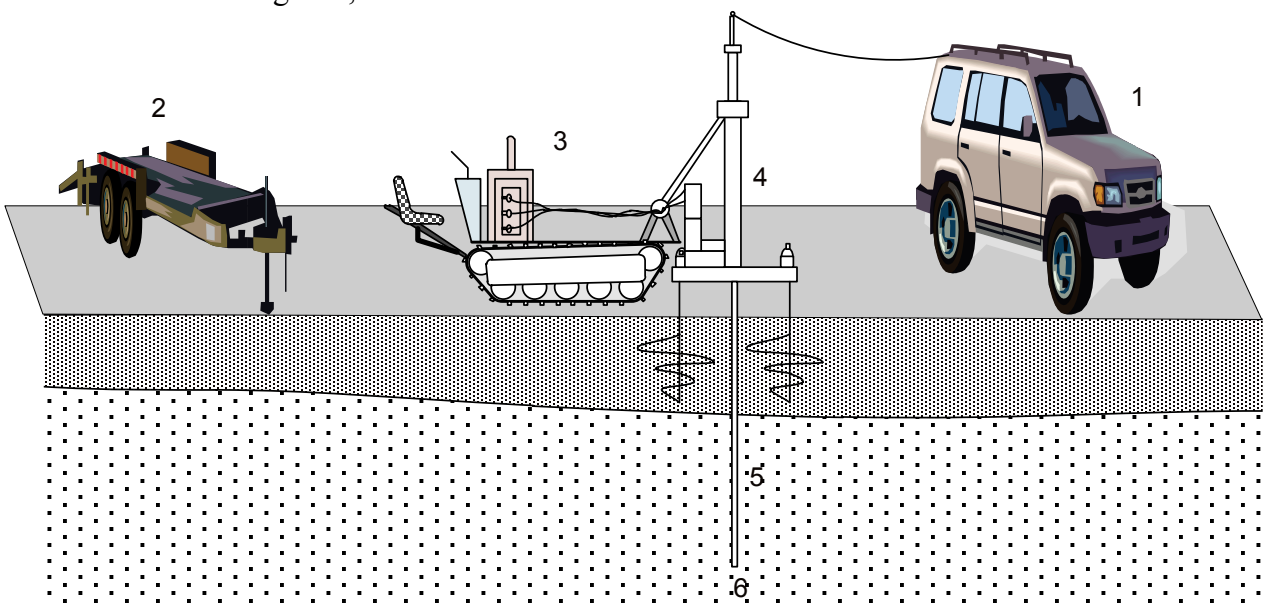
A mérnökgeofizikai szondázás olyan speciális geofizikai módszer, amely a talajmechanikai gyakorlatban elterjedten alkalmazott statikus szondázás továbbfejlesztése mélyfúrás-geofizikai

eszközök és paraméterek adaptálásával. A módszer kifejezetten sekély kutatásokra, mérnökgeofizikai és környezetvédelmi problémák megoldására alkalmas a szonda kis mélységű behatolása (10-30 m) miatt, így a fejlesztések nyilván ebbe az irányba mutatnak mind a technikai eszközök és kutatási elvek, mind a feldolgozási módszerek tekintetében.

A mérnökgeofizikai szondázás segítségével módunk nyílik a penetrált rétegsor meghatározására, a rétegek környezetvédelmi szempontból fontos jellemzőinek megadására (pl. porozitás, víztartalom, agyagtartalom stb.). A felszíni geofizikai módszerekkel szemben nem nevezhető roncsolás mentes beavatkozásnak, mégis bizonyos esetekben a részletesebb földtani kép felállításához szükség lehet az alkalmazására, ezzel ugyanis sokkal nagyobb felbontás érhető el - még a lenyomott cső közvetlen környezetében is -, mint a felszíni módszerekkel. A mérnökgeofizikai szondázás felbontóképessége már kielégítő, hiszen akár 5 cm vastag rétegek, idegen anyagok is kimutathatók. Ez az információ, kombinálva a felszíni mérésből meghatározható kiterjedéssel, egyértelműen meghatározza a kutatott objektumot.

A mérés szükséges eszközei a következők (**3.2.10 - 1. ábra**):

- Több tagból álló mérőszár, mely belül üreges kiképzésű.
- Szabványos mérőkúp, mely a mérőszár menetes végéhez csatlakoztatható és a kőzetmechanikai paraméterek (csúcsellenállás és palástsúrlódás) mérésére alkalmas.
- Geofizikai mérőszondák, melyeket méréskor a szondaszár belsejébe engednek le a jeltovábbító kábel segítségével. Ezek közül a három legalapvetőbb típus:
    - Kétdetektoros gamma-szonda: a kőzet természetes gamma és gamma-gamma aktivitása egyidejűleg mérhető vele.
    - Neutronszonda
    - Elektromos fajlagos ellenállás mérő szonda
    - Egyéb eszközök: pl.: mérőszár lejuttatását, a szondák mozgatását biztosító eszközök, adatrögzítés, elektronika stb.



3.2.10 - 1. ábra: A mérnökgeofizikai szondázás berendezései [Fejes I., 1996]

A mérés általában a következő sorrendben történik:

1. Mechanikai paraméterek rögzítése

A mérőszár lehatolása közben történik adott mélységközzel. A csúcsellenállás mérése mellett vagy a palástsúrlódást, vagy az összegzett nyomóerőt rögzítik.

2. Geofizikai mérések

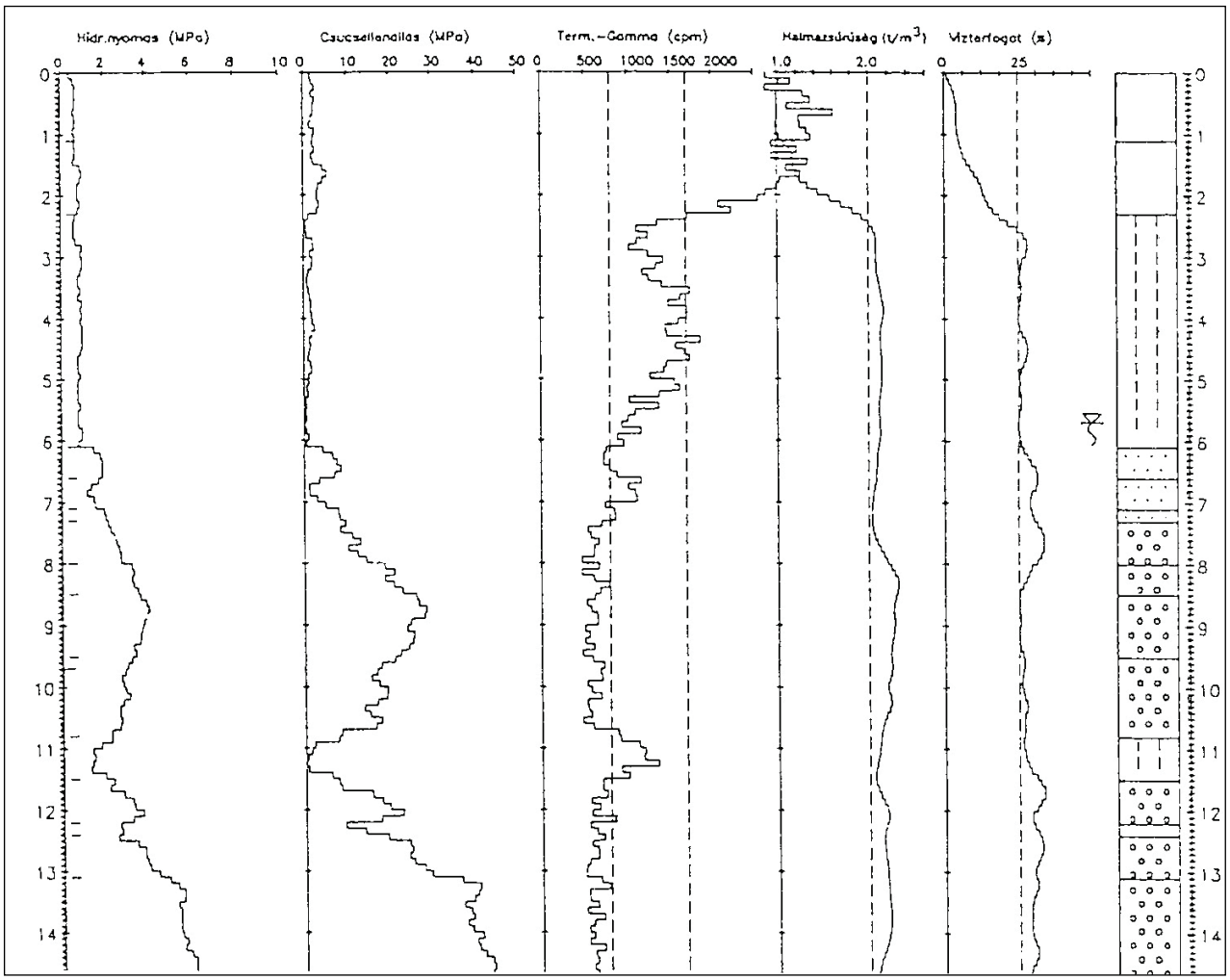
A mérőeszközöket a mérőszár belsejében mozgatva rögzítik a mérendő paramétereket (természetes gamma és gamma-gamma aktivitást, a neutron aktivitást és a fajlagos ellenállást). A nukleáris méréseknél a szonda sugárzáselnyelő hatása az azonos körülmények között végzett hitelesítések miatt nem okoz hibát. Mivel a mérések a mérőszár belsejében történnek, rendkívül kicsi annak a lehetősége, hogy technikai balesetek (törések, beszakadások) miatt a szondák sérüljenek, vagy sugárforrás bennmaradjon.

3. Kiegészítő vizsgálatok

Lehetőség van a megütött és nyugalmi vízszint, a hőmérséklet megmérésére, szűrőzött csőszakasz segítségével talajvízminta vehető, ill. talajminta vétele is lehetséges.

A legalapvetőbb szelvényezési típusok azonosak a mélyfúrási geofizikánál megismertekkel, így a természetes gamma-aktivitás, a gamma-gamma aktivitás, a neutron-neutron aktivitás és a fajlagos ellenállás mérése történhet meg. Alapelvük és alkalmazásuk a fúrólyukszelvényezési fejezetnél bemutatottakkal megegyezik.

A méréseket követően minden mérési pontra szondázási görbék állnak rendelkezésre, amely a mélység függvényében mutatja a mért paramétereket. A mérések eredményeképpen a csúcsellenállás - természetes gamma-aktivitás - halmazsűrűség adathármas segítségével a mérési pontra jellemző rétegsor megadása történik. Ahhoz, hogy egy adott mélységben réteghatárt állapítsanak meg, vagy egy paraméterben jelentős, vagy több paraméterben kisebb mértékű változásnak kell jelentkezni. Több mérési pont felhasználásával földtani szelvény is szerkeszthető. Amennyiben a szondázással harántolt közeget egy háromfázisú rendszernek tekintjük (szilárd, folyékony és légnemű fázis) és feltételezzük, hogy a szilárd fázis kizárólag kvarcból és agyagásványokból épül fel, akkor további talajfizikai jellemzők kiszámítására van lehetőség, úgy mint víztartalom, víztelítettség, hézagtérfogat, hézagtényező, tömörség, száraz halmazsűrűség. A számításokhoz a nukleáris mérésekből kapott három jellemző (halmazsűrűség, agyagtartalom és a víz térfogatszázaléka) ismerete elegendő.

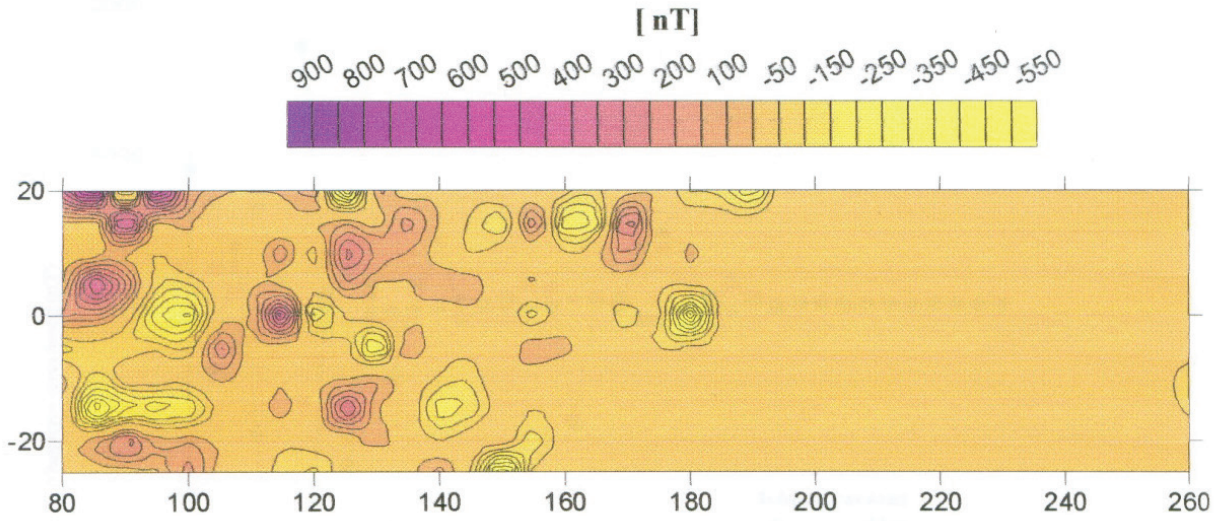


3.2.10 - 2. ábra: Szondázási regisztrátum részlet (ELGI, 1992)

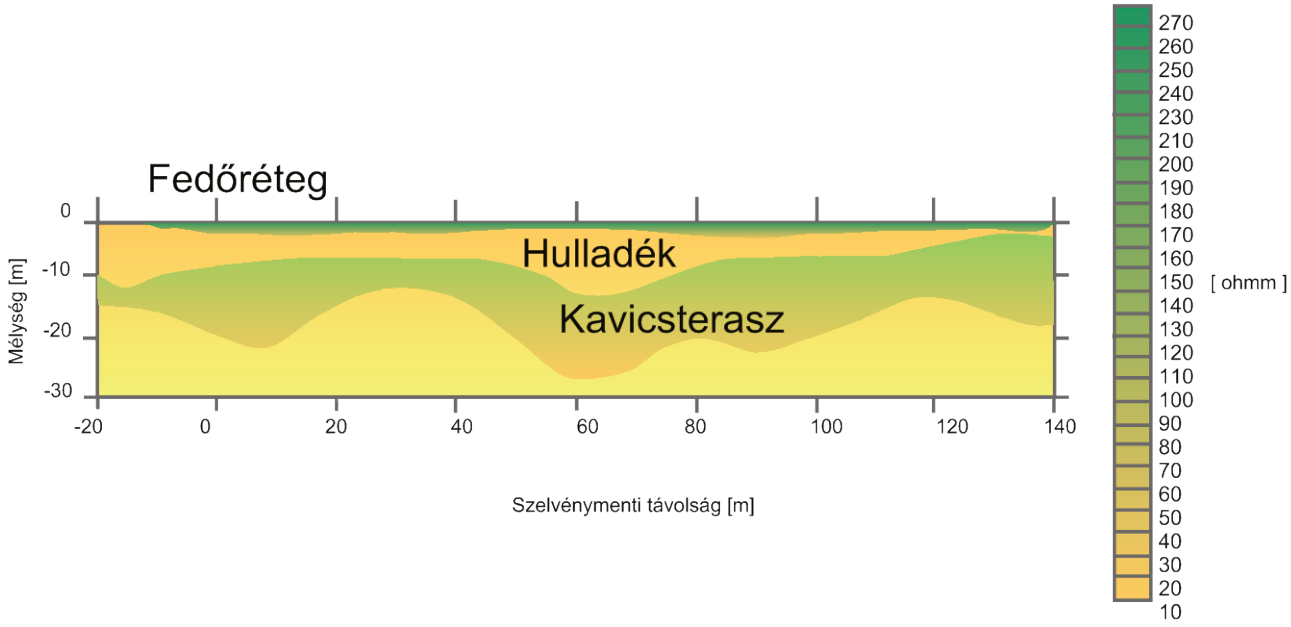
3.2.11. Speciális környezetvédelmi, mérnökgeológiai alkalmazások

A geofizikai mérések már önmagukban azzal, hogy a felszín közeli földtani felépítésről információt adnak, jelentősen hozzájárulnak egy környezetvédelmi kutatás sikerességéhez. A rétegsor, rétegvastagságok mellett azonban további speciális információkkal is támogathatják a döntéshozót.

Egyik fontos területként kell megemlíteni a felhagyott, sokszor illegálisan létrejött, és rekultivációra szoruló hulladéklerakók feltérképezését. A mágneses, és a geoelektromos módszerek segítségével mód nyílhat a hulladéktestnek környezetétől való horizontális és vertikális lehatárolására, illetve ezen keresztül a lerakott hulladék mennyiségének becslésére. Az alábbi mágneses térképen (**3.2.11 - 1. ábra**) egy eltemetett szemétlerakó által okozott anomáliák különíthetőek el a mellette elterülő szántóföldtől. A geoelektromos szelvényezés pedig a lerakó, és környezetének vertikális metszetét mutatja (**3.2.11 - 2. ábra**).



3.2.11 - 1. ábra: Mágneses gradiens térkép egy lerakó felett (Tóth A., Szabó I. 2003.)



3.2.11 - 2. ábra: VESZ mérésből, majd az azt követő adatfeldolgozásból nyert földtani-geofizikai szelvény (Tóth A., Szabó I. 2003.)

Hasonlóan kiemelt terület a potenciálisan szennyezett területek kutatása, ahol gyorsan és olcsón dönteni lehet egy területen a további beavatkozások szükségességéről.

Geoelektromos rétegszelvényezéssel az árvédelmi gátakban lévő repedések helyei, valamint omlásveszélyes üregek is megkereshetőek. Az archeológiai kutatásban szintén szép eredményeket érnek el, hiszen sok régészeti lelet (így az épületmaradványok, sírok, vasból és nem vasból álló fémtárgyak) fizikai sajátságai eltérnek a beágyazó talajétól. Így ezek megváltoztatják a felszínen mérhető természetes vagy mesterséges földi terek nagyságát.

3.3 A vízföldtani információkra vonatkozó adatgyűjtés

3.3.1 A vízföldtani megismerés alapjai

A Földön a víz állandó körforgásban van, miközben teljes mennyisége ($1{,}413*10^9$ km^3) gyakorlatilag állandó. (Földtani idők tekintetében ez már nem igaz, mivel a Napból érkező hidrogén és a földi oxigén egyesüléséből naponta 1,2 10^3 kg vízzel gyarapszik a Föld, de ez a mennyiség elenyésző az előbbi vízmennyiséghez, ill. a mérések hibáihoz képest.)

3.3.1 - 1. Táblázat A Föld vízkészlete

Víztípusok/Mennyiség	Térfogat [10^6 km^3]	Térfogat [%]
Óceánok és tengerek sós vize	1 380	97,61
Gleccserek és sarki jég vize	29	2,08
Felszín alatti vizek	4	0,29
Édesvizű tavak	0,125	0,009
Sósvizű tavak	0,104	0,008
Talajnedvesség	0,067	0,005
Folyóvizek	0,0012	0,00009
Légköri víz	0,014	0,0009
Összesen	1 413	100,0004

A 3.3.1 - 1. táblázatból világosan kitűnik, hogy milyen elenyészően kicsiny annak a vízmennyiségnek az aránya, amelyet felhasználni, ill. vizsgálni tudunk. Ennek ellenére, mivel minden földi élet alapja a víz, a vízkörforgás törvényszerűségeinek minél pontosabb megismerése elengedhetetlen.

A földi körforgása során a halmazállapota gyakorta változik (víz, vízgőz, vízpára, hó, jég), az eltérő halmazállapotú vizek esetenként együttesen is előfordulnak (zajló jég, havas eső, jégeső stb.). A földi vízkörforgás mozgató ereje a Nap energiája. (A Föld felületéről évente $3{,}96*10^5$ km^3 víz párolog el a légtérbe, ahonnan az több-kevesebb idő után visszajut a Föld szárazföldi vagy tengerrel borított felületére.) A víz halmazállapotának gyakori változása miatt változnak a mozgástörvényei is, ezért szükséges az atmoszférában, a lithoszférában és a hidroszférában lévő víz jellemzőit együttesen – bár különböző mértékben és céllal – mérni.

A víz a hidrológiai körfolyamatban csapadék formájában hull a felszínre, itt részben bizonyos ideig tározódik. Hó és jég formájában hosszabb ideig – néhány naptól a geológiai időkben mért értékig – tart a folyamat. Az eső a felszíni vízfolyásokban és állóvizekben hosszabb-rövidebb ideig – a néhány naptól a néhány évtizedig – tározódhat víz formájában. A növényzet felszínén, az avarban, a

kőzet felszínén, az élőlényekben a csapadék általában rövidebb ideig – néhány perctől maximum néhány hónapig – tartózkodik a lehullott csapadék.
A csapadék a hosszabb-rövidebb felszíni tározódás után beszivároghat (karsztos vagy hasadékos kőzetek esetében befolyhat) a felszín alá, ahol a potenciálkülönbség hatására mozog a tenger szintje felé, avagy hosszabb ideig – adott esetben évmilliókig – tározódhat a felszín alatt. A felszín alatti víz talajhoz közeli felső részéről (a talajvíz felső, három fázisú szakaszából, ill. a talajból) kisebb-nagyobb intenzitással történik a víz párolgása (evaporáció), ill. a növényeken keresztül a párologtatása (transpiráció), együtt pedig az evapotranspiráció. A légtérbe felkerült vízpára az atmoszférából majd ismét csapadék formájában fog a Föld felszínére visszajutni.

Az adatgyűjtés (információ gyűjtése) lényegében a hidrológiai körfolyamat pillanatnyi állapotának a megismerése érdekében történik, az ember vízigényének kielégítése, avagy a víz kártételeinek elkerülése érdekében. A teljes folyamattal a hidrológia tudománya foglalkozik.
A hidrológia döntő mértékben tapasztalati tudomány. A fizikában, kémiában, biológiában jellemző kísérletek elvégzésére itt csak alárendelten van lehetőség, mivel a folyamatok vagy rendkívül összetettek, vagy lefolyásuk megfigyelése igencsak időigényes. Ezért különleges szerepe van a hidrológiában az ide tartozó természeti jelenségek megfigyelésének, mérésének.

A hidrológiai folyamatok az ember szándékától függetlenül következnek be. Ismételt bekövetkezésük, lezajlásuk módja csakis a lezajlott eseményekre vonatkozó megfigyelések (adatok) alapján jelezhető előre.
A földtörténet nagyságrendjében minden földi víz részt vesz a hidrológiai körfolyamatban. A felszín alatti víztartó képződmények pedig átmeneti – de általában tartós – tározótérként foghatók fel. Az ezekben elhelyezkedő víz zömmel a geológiai léptékű (évtizezredes-évmilliós idejű) körfolyamatokban vesz részt (statikus vízkészlet), kisebb része a napi meteorológiai hatások következtében mozog (dinamikus vízkészlet). (A felszíni vizek ennél rövidebb idejű körforgásban vesznek részt.) A vízkörforgások időtartama lehet évszázados (pl. kis jégkor), évtizedes (pl. a 11 éves napfolttevékenység), éves, évszakos (téli-nyári), napi, napszakos (éjszaka és nappal) vagy rövidebb (pl. árapály).

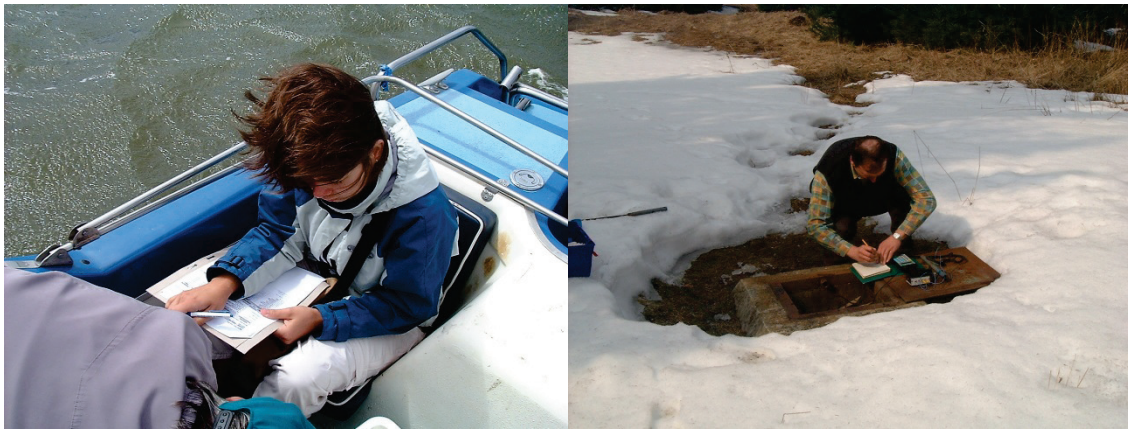
A hidrológiai körfolyamatokat alapvetően a periodicitás jellemzi. Egy-egy adott helyen az év mindig felosztható egy vízfelhalmozó és egy vízelhasználó szakaszra. A mi éghajlatunkon az ősz végétől a tavasz közepéig beszélhetünk zömmel vízfelhalmozásról, onnantól pedig lényegében vízelhasználó szakaszról. (Nálunk a téli hidrológiai félév november 1-én kezdődik és április 30-ig tart, május 1-től pedig a nyári hidrológiai félévről beszélünk.)
A vízföldtani (s ezen belül a hidrológiai) mérési adatokat, megfigyelési eredményeket csakis a mérési, megfigyelési pontos időponttal együtt lehet értelmezni. (Természetesen az adatgyűjtés sűrűségét a konkrét célokat figyelembe véve kell meghatározni. Pl. luniszoláris hatást felszín alatti vízben nem lehet meghatározni, ha a megfigyelési gyakoriság pl. 4 óránként, vagy annál ritkábban történik.)

A mérések gyakorlati megvalósításával kapcsolatban tisztázni kell néhány alapvető kérdést:

- Hogyan biztosíthatók az állandó (reprodukálható) körülmények? (Pl. azonos kiindulási pont.)
- Az előkészítéstől az adatgyűjtésen keresztül az adatfeldolgozásig technikailag hogyan és milyen eszközökkel hajtható végre a mérés? (Személyi, tárgyi és anyagi feltételek.)
- Milyen formában rögzítjük az adatokat a mérési jegyzőkönyvbe és/vagy a számítógépes fájlokba? (Mérési jegyzőkönyvi űrlap.)
- Milyen módszereket, eszközöket, eljárásokat alkalmazunk a mérési adatok feldolgozása során? (A mérések és feldolgozások maximális kompatibilitásának biztosítása.)

3.3.2 A mérési jegyzőkönyvek és fontosságuk

Bár alapvető fontosságú, ennek ellenére tapasztalatlan kutatók nagyon sokszor elkövetik azt a hibát, hogy a mérési jegyzőkönyvek pótolhatatlanságát nem ismerik fel és a „helyszíni adminisztráció” nem elégséges, nem kellően pontos a későbbi értelmezéshez. (A probléma még élesebb, ha a mérő és az értelmező személy nem azonos!)



a b

c d

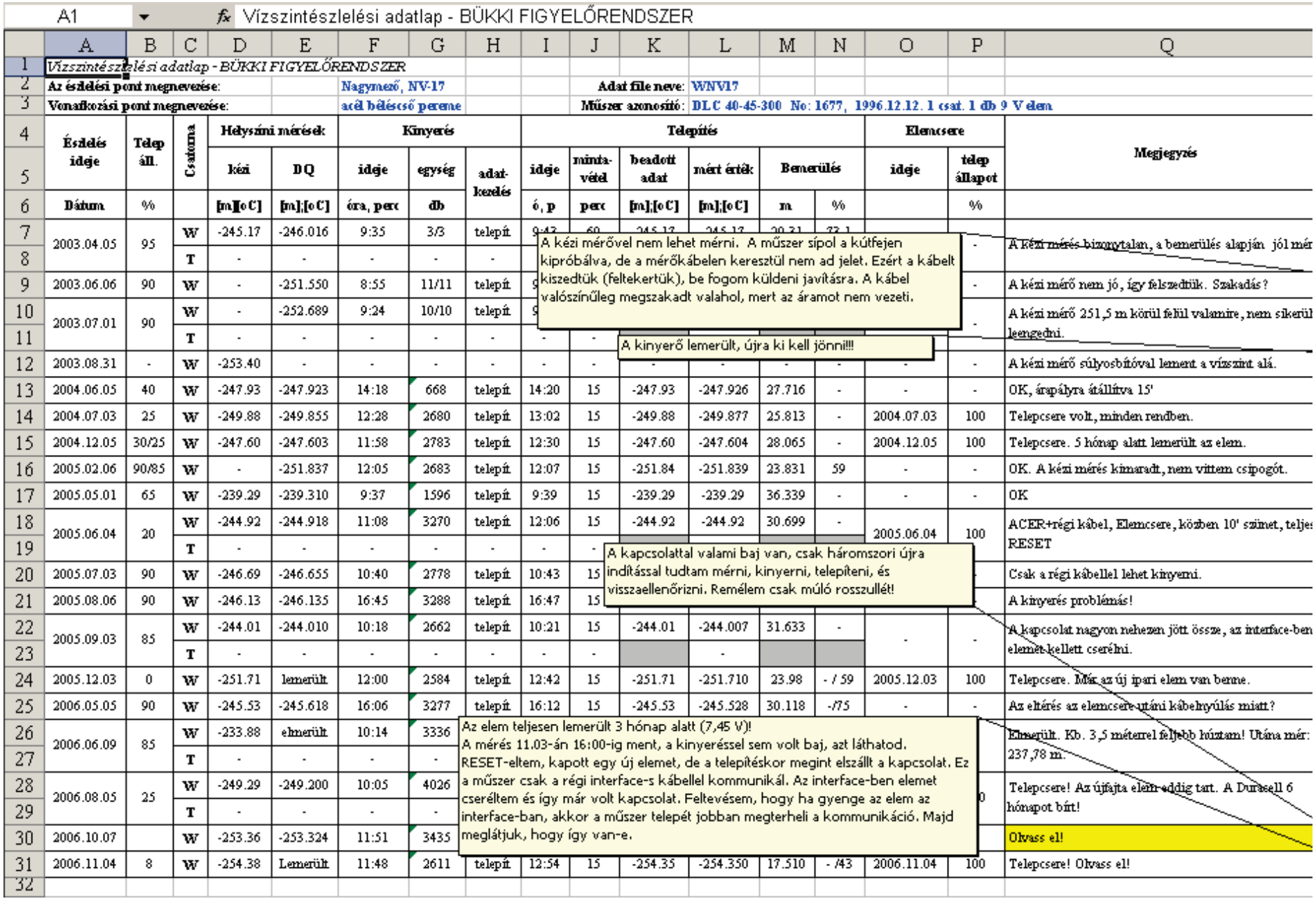
e f

3.3.2 – 1. ábra. Mérési jegyzőkönyvek, feljegyzések, dokumentálás készítési módjai

A mérési adatokat és a mérés során felmerülő problémákat, észrevételeinket a mérési jegyzőkönyvbe rögzíteni kell. (Lásd jegyzőkönyv) A jegyzőkönyvnek a mérésre vonatkozó minden adatot, megjegyzést, teendőt, elvégzett beavatkozást tartalmaznia kell áttekinthető, világos formában, más számára is érthető módon. (Rendszeres méréseknél feltétlen kívánalom, hogy minden esetben ugyanazon kérdéseket megvizsgáljuk és nyilatkozzunk róluk. De itt is nagy jelentősége van a szokásostól eltérő helyzetek, esetek részletes dokumentálásának.) A mérés menetének helyes rögzítése ugyanolyan fontosságú munka, mint magának a mérésnek az elvégzése. A fő alapelv az, hogy a jegyzőkönyvben szereplő adatoknak (körülményeknek, problémáknak, elvégzett korrekcióknak stb.) bármikor, bármely más, hasonló szakember által reprodukálhatóknak kell lenniük.

Nem lehet eléggé hangsúlyozni, hogy a jegyzőkönyvet a munkával egyidejűleg kell elvégezni és az egyes részlet-megjegyzéseket azonnal fel kell jegyezni. (Ne zavarjon bennünket az, hogy esetleg összesározzuk a papírt az adat felírásánál. Egy sáros papírdarabról fontos információk derülhetnek ki, egy üresről pedig gyakorlatilag semmi!) Nagy hiba, ha valaki elodázza a jegyzőkönyv megírását a mérés befejezéséig, mert addig fontos részleteket felejt, vagy felejthet el.

Az, hogy a jegyzőkönyv papíron készül (esetleg utána bemásolva számítógépbe), avagy közvetlenül számítógépbe, a mérés szempontjából közömbös. A lényeg az, hogy egyértelmű és világos információk álljanak a rendelkezésünkre, amikor a mérések értelmezését végezzük. (A nagy tömegű adat feldolgozásánál szerencsés, ha a jegyzőkönyvi információ elektronikusan is rendelkezésre áll, ill. úgy menthető el, hogy ellenőrző vizsgálatok, újszerű megközelítések keresésénél is rendelkezésre áll.)



A1 — Vízszintészlelési adatlap - BÜKKI FIGYELŐRENDSZER

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	*Vízszintészlelési adatlap - BÜKKI FIGYELŐRENDSZER*																
2	**Az észlelési pont megnevezése:**					Nagymező, NV-17						**Adat file neve:**	WNV17				
3	**Vonatkozási pont megnevezése:**					acél béléscső pereme						**Műszer azonosító:**	DLC 40-45-300 No: 1677, 1996.12.12. 1 csat. 1 db 9 V elem				
4	**Észlelés ideje**	**Telep áll.**	**Csatorna**	**Helyszíni mérések:**		**Kinyerés**			**Telepítés**						**Elemcsere**		**Megjegyzés**
5				**kézi**	**DQ**	**ideje**	**egység**	**adat-kezelés**	**ideje**	**minta-vétel**	**beadott adat**	**mért érték:**	**Bemerülés**		**ideje**	**telep állapot**	
6	**Dátum**	**%**		**[m];[oC]**	**[m];[oC]**	**óra, perc**	**db**		**ó, p**	**perc**	**[m];[oC]**	**[m];[oC]**	**m**	**%**		**%**	
7	2003.04.05	95	W	-245.17	-246.016	9:35	3/3	telepít	9:43	60	245.17	245.17	20.31	77.1			
8			T	-	-	-	-	-								-	A kézi mérés bizonytalan, a bemerülés alapján jól mér
9	2003.06.06	90	W	-	-251.550	8:55	11/11	telepít	g							-	A kézi mérő nem jó, így felszedtük. Szakadás?
10	2003.07.01	90	W	-	-252.689	9:24	10/10	telepít	9							-	A kézi mérő 251,5 m körül felül valamire, nem sikerül leengedni.
11			T	-	-	-	-	-	-	-							
12	2003.08.31	-	W	-253.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A kézi mérő súlyosbítóval lement a vízszint alá.
13	2004.06.05	40	W	-247.93	-247.923	14:18	668	telepít	14:20	15	-247.93	-247.926	27.716	-	-	-	OK, árapályra átállítva 15'
14	2004.07.03	25	W	-249.88	-249.855	12:28	2680	telepít	13:02	15	-249.88	-249.877	25.813	-	2004.07.03	100	Telepcsere volt, minden rendben.
15	2004.12.05	30/25	W	-247.60	-247.603	11:58	2783	telepít	12:30	15	-247.60	-247.604	28.065	-	2004.12.05	100	Telepcsere. 5 hónap alatt lemerült az elem.
16	2005.02.06	90/85	W	-	-251.837	12:05	2683	telepít	12:07	15	-251.84	-251.839	23.831	59	-	-	OK. A kézi mérés kimaradt, nem vittem csipogót.
17	2005.05.01	65	W	-239.29	-239.310	9:37	1596	telepít	9:39	15	-239.29	-239.29	36.339	-	-	-	OK
18	2005.06.04	20	W	-244.92	-244.918	11:08	3270	telepít	12:06	15	-244.92	-244.92	30.699	-	2005.06.04	100	ACER+régi kábel, Elemcsere, közben 10' szünet, teljes RESET
19			T	-	-	-	-	-	-	-							
20	2005.07.03	90	W	-246.69	-246.655	10:40	2778	telepít	10:43	15							Csak a régi kábellel lehet kinyerni.
21	2005.08.06	90	W	-246.13	-246.135	16:45	3288	telepít	16:47	15							A kinyerés problémás!
22	2005.09.03	85	W	-244.01	-244.010	10:18	2662	telepít	10:21	15	-244.01	-244.007	31.633	-	-	-	A kapcsolat nagyon nehezen jött össze, az interface-ben elemet kellett cserélni.
23			T	-	-	-	-	-	-	-		-					
24	2005.12.03	0	W	-251.71	lemerült	12:00	2584	telepít	12:42	15	-251.71	-251.710	23.98	- / 59	2005.12.03	100	Telepcsere. Más az új ipari elem van benne.
25	2006.05.05	90	W	-245.53	-245.618	16:06	3277	telepít	16:12	15	-245.53	-245.528	30.118	-/75	-	-	Az eltérés az elemcsere utáni kábelnyúlás miatt?
26	2006.06.09	85	W	-233.88	elmerült	10:14	3336										Elmerült. Kb. 3,5 méterrel feljebb húztam! Utána mér: 237,78 m.
27			T	-	-	-	-										
28	2006.08.05	25	W	-249.29	-249.200	10:05	4026										Telepcsere! Az újfajta elem eddig tart. A Duracell 6 hónapot bírt!
29			T	-	-	-	-										
30	2006.10.07		W	-253.36	-253.324	11:51	3435										Olvass el!
31	2006.11.04	8	W	-254.38	Lemerült	11:48	2611	telepít	12:54	15	-254.35	-254.350	17.510	- /43	2006.11.04	100	Telepcsere! Olvass el!
32																	

A kézi mérővel nem lehet mérni. A műszer sípol a kútfejen kipróbálva, de a mérőkábelen keresztül nem ad jelet. Ezért a kábelt kiszedtük (feltekertük), be fogom küldeni javításra. A kábel valószínűleg megszakadt valahol, mert az áramot nem vezeti.

A kinyerő lemerült, újra ki kell jönni!!!

A kapcsolattal valami baj van, csak háromszori újra indítással tudtam mérni, kinyerni, telepíteni, és visszaellenőrizni. Remélem csak múló rosszullét!

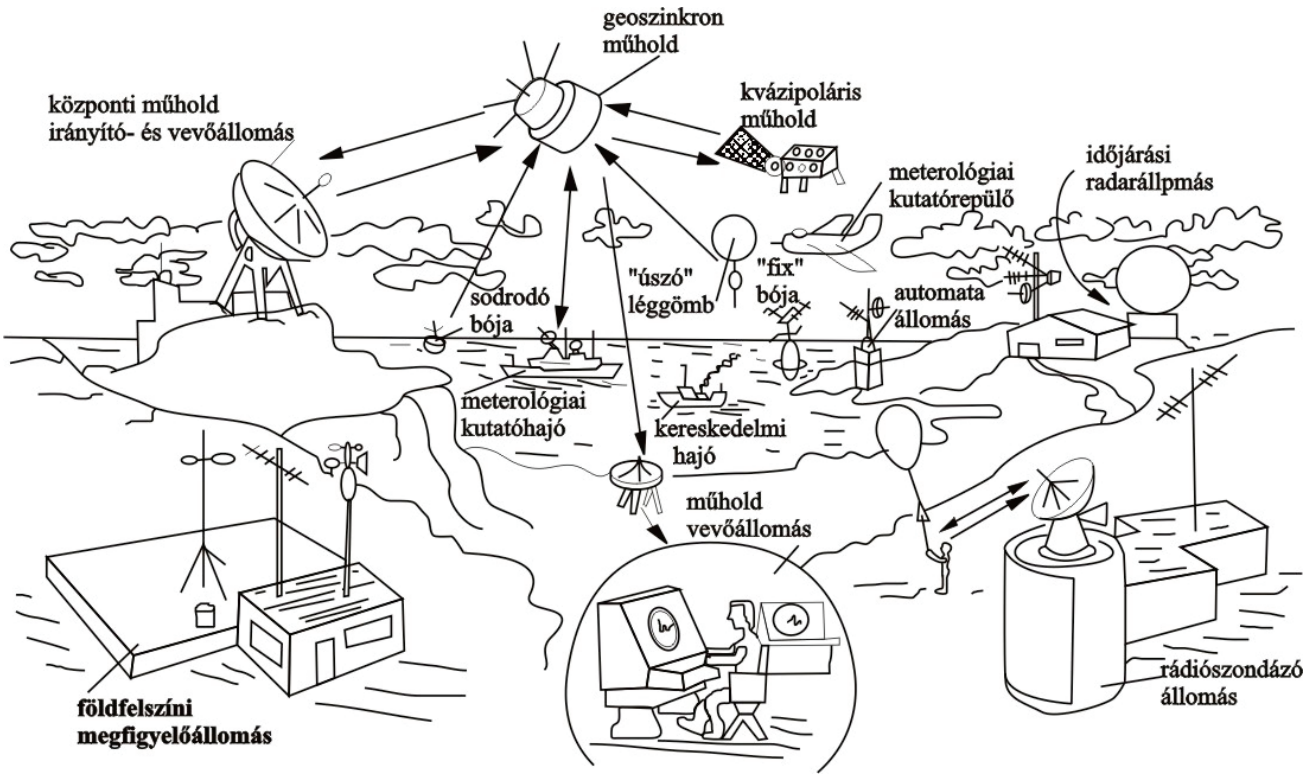
Az elem teljesen lemerült 3 hónap alatt (7,45 V)!
A mérés 11.03-án 16:00-ig ment, a kinyeréssel sem volt baj, azt láthatod. RESET-eltem, kapott egy új elemet, de a telepítéskor megint elszállt a kapcsolat. Ez a műszer csak a régi interface-s kábellel kommunikál. Az interface-ben elemet cseréltem és így már volt kapcsolat. Feltevésem, hogy ha gyenge az elem az interface-ban, akkor a műszer telepét jobban megterheli a kommunikáció. Majd meglátjuk, hogy így van-e.

3.3.3 Az információszerzés térbeli csoportosítása

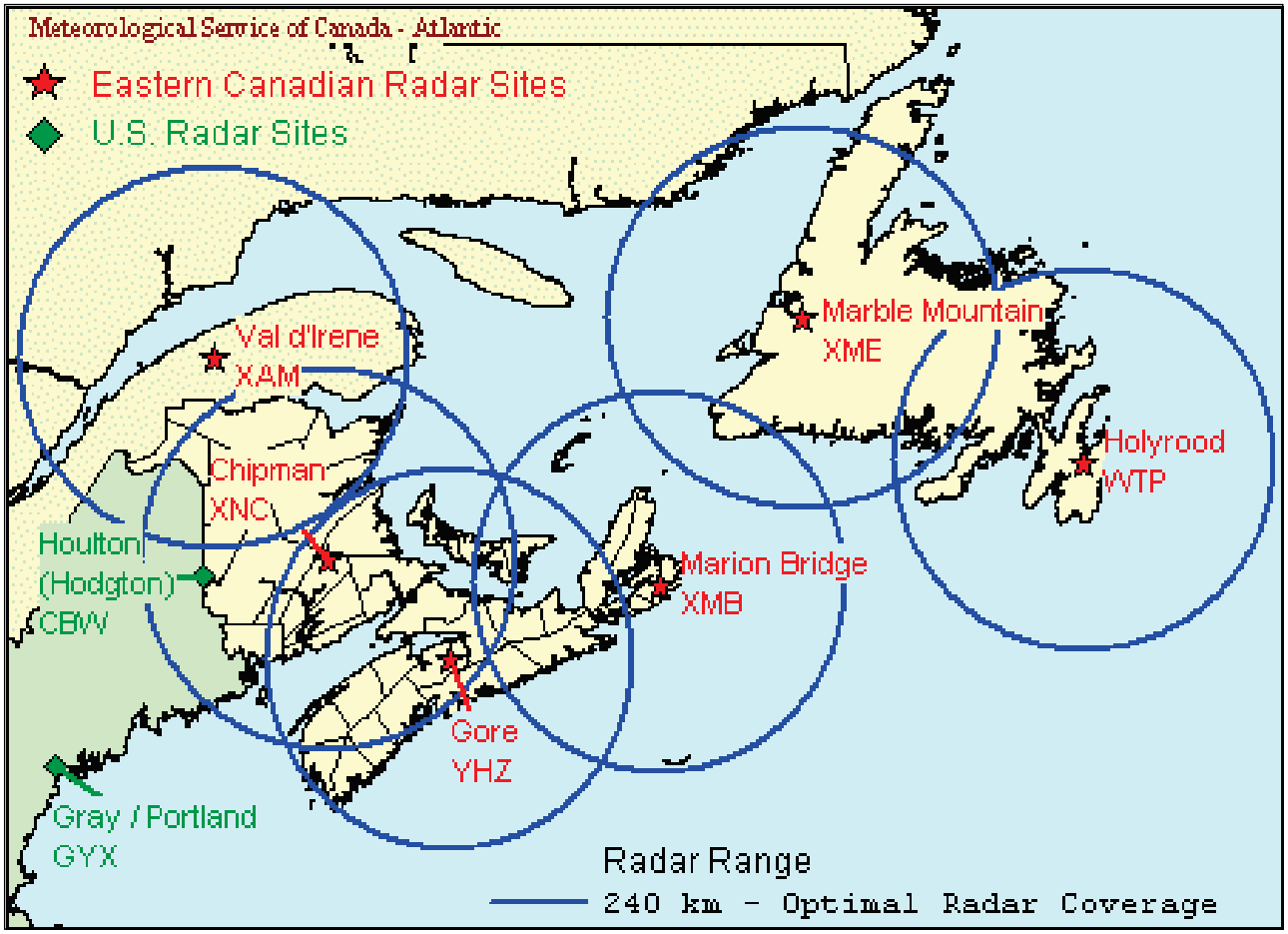
A 3.3.1. fejezetrészben részletesen tárgyalásra került, hogy a víz a földi természetes szférák közül mind az atmoszférában, mind a hidroszférában, mind a lithoszférában egyaránt jelen van. (Ide sorolható a hidroszféra és a lithoszféra egy speciális megjelenési formája, a krioszféra is, ahol a víz döntő mértékben szilárd formában van jelen.) Ennek megfelelően a vízzel kapcsolatos adatok térbeli gyűjtése döntően a következő formában történik:

- hidrometeorológiai információk gyűjtése
- felszíni vizekre vonatkozó információk gyűjtése
- felszín alatti vizekre vonatkozó információk gyűjtése

Természetesen ez a kör csupán a természeti körforgásban részt vevő víztömegekre vonatkozik. Jelen vizsgálatban a társadalmi vízkörforgás elemeinek vizsgálatára (ivóvíz, fürdővíz, szennyvíz, víz beépítése élelmiszerekbe, ill. annak előállításához való felhasználása, ipari technológiai vízfelhasználások stb.) nem kerül sor. (De a mérések jelentős részénél a víz felhasználási területe nem kritériuma magának a mérés megvalósításának.)



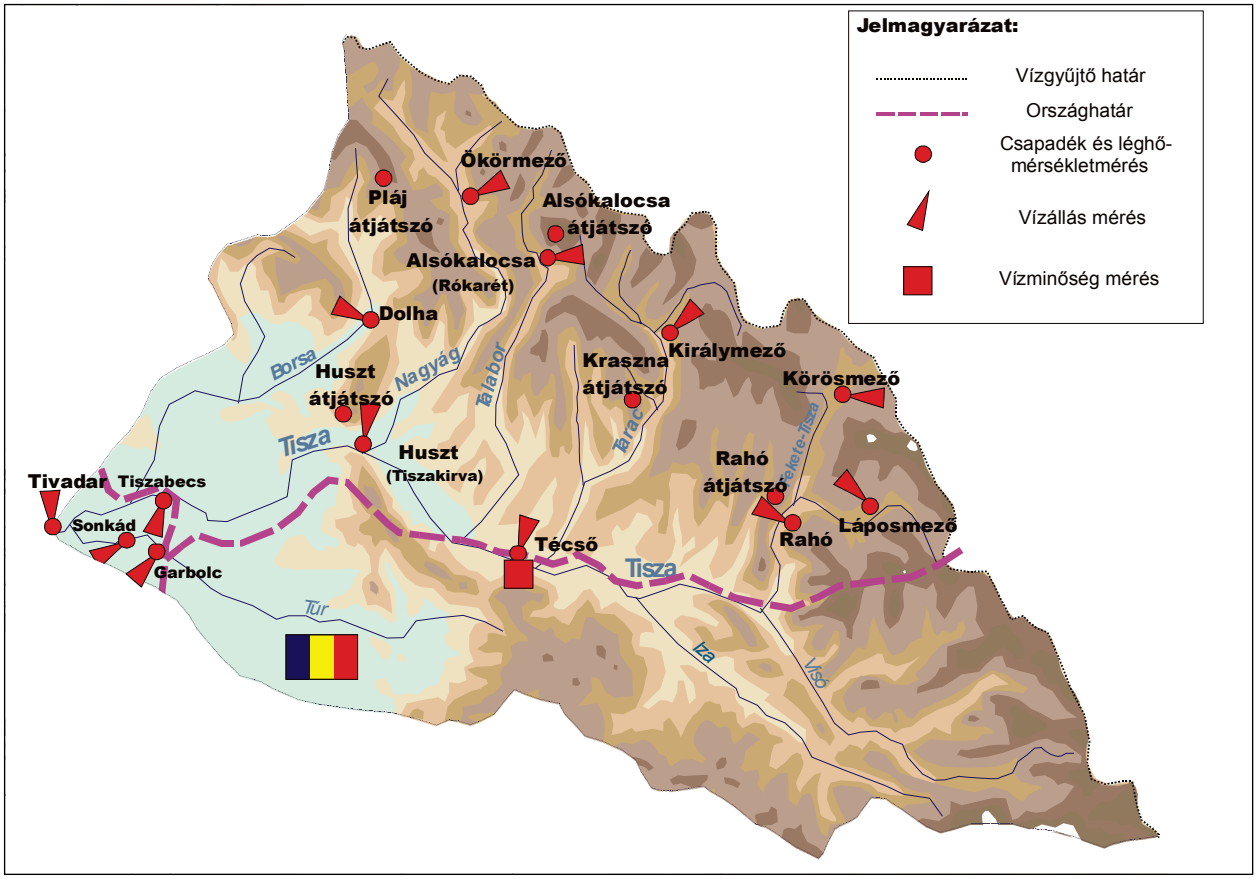
3.3.3 - 1. ábra. A meteorológiai megfigyelő rendszer részei [Szász-Tőkei, 1997 nyomán]



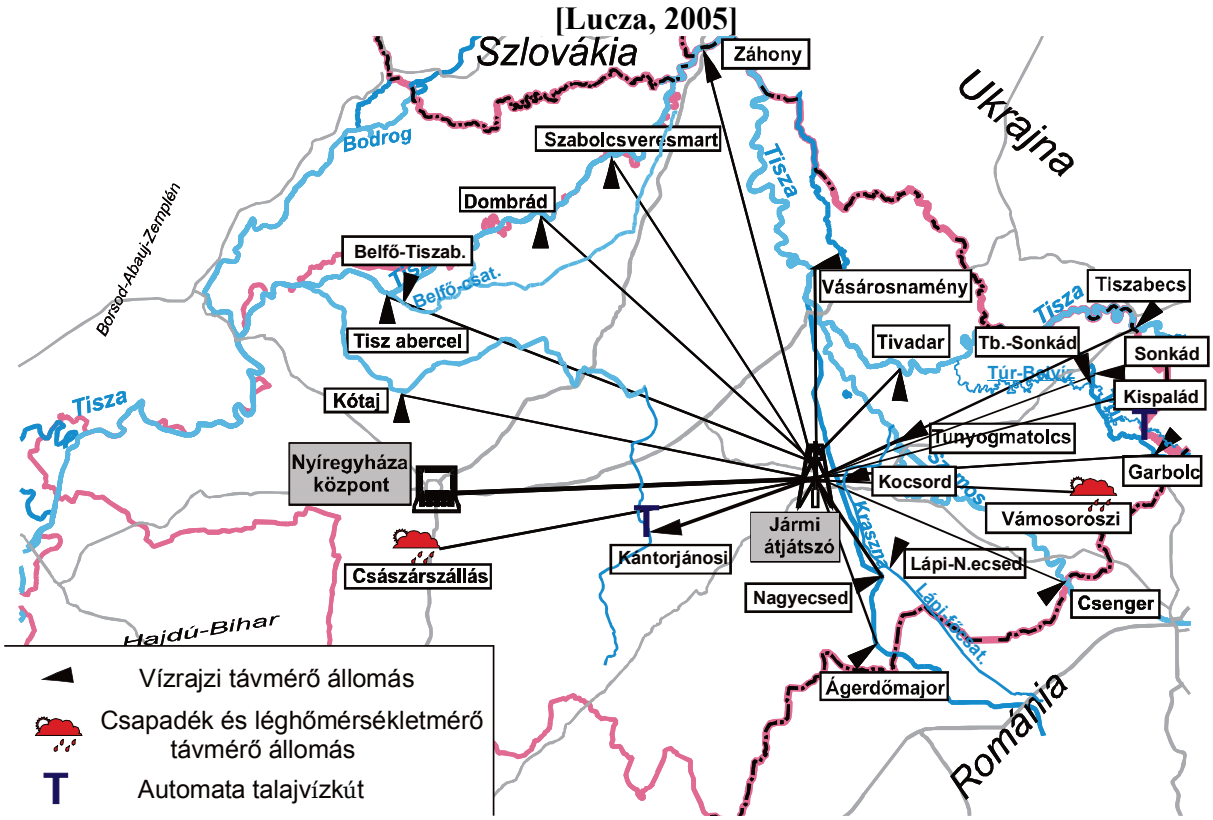
3.3.3 - 2. ábra. Nemzetközi kapcsolatú földi radarállomás-rendszer

A hidrometeorológiai információk gyűjtése rendkívül széles körű. A 3.3.3 – 2. ábrán a földet átfogó meteorológiai rendszer részei láthatók. Miután a légköri jelenségek országhatárokat nem ismernek, ill. az emberi tevékenység rendkívül mobillá vált, a nemzetközi együttműködésnek igen nagy jelentősége van az adatok megszerzésében, továbbításában, felhasználásában. (A 3.3.3 – 2. ábrán egymáshoz kapcsolódó, két ország által üzemeltetett radarok rendszerét láthatjuk. A radarrendszer elsősorban a légi és tengeri közlekedést hivatott az adott területen segíteni.)

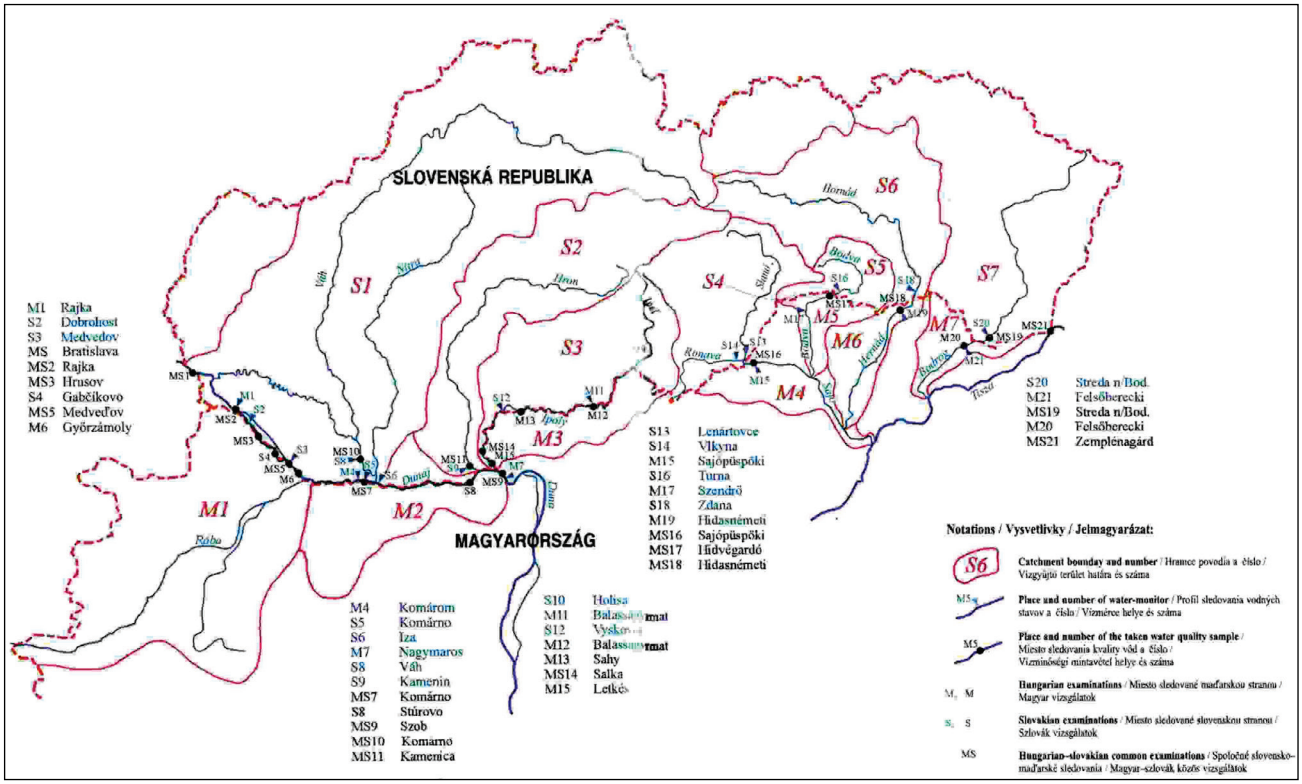
A felszíni vizek is ritkán ismernek el országhatárokat, mégha sok ország határát éppen egy-egy vízfelület adja meg. Vizsgálatuk (elsősorban az adatgyűjtés és továbbítás) így országokon belül és nemzetközi szinten is igen fontos.



3.3.3 - 3. ábra. A Kárpátalján 2003-ban megvalósult vízrajzi távmérő rendszer állomásai [Lucza, 2005]



3.3.3 - 4. ábra. Egy hazai távadatmérő rendszer felépítése 2005-ben [Lucza, 2005]



3.3.3 - 5. ábra. Nemzetközi hidrológiai mérőrendszer

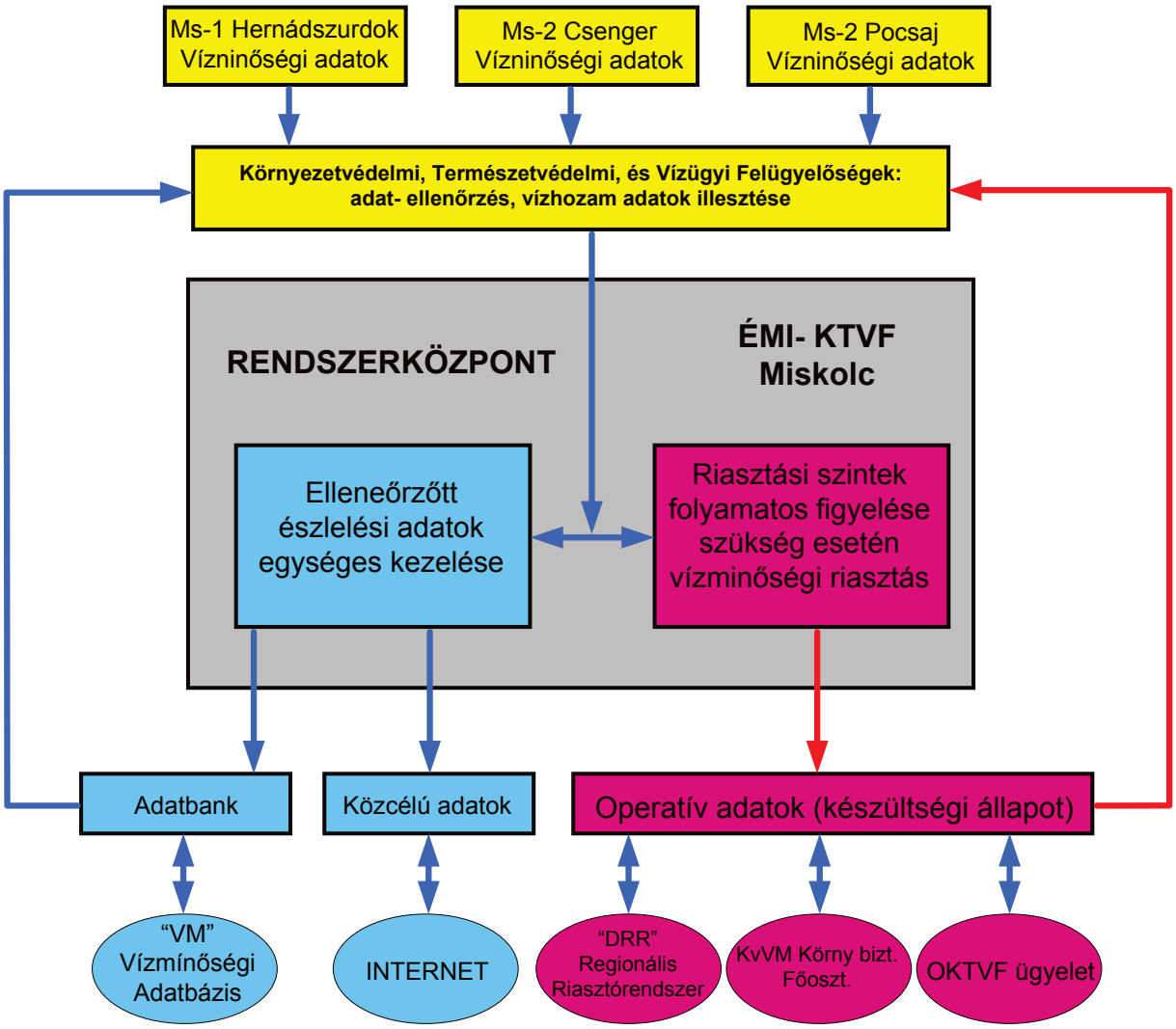
A 3.3.3 – 3. és 5. ábrákon három „felvizi” (Szlovákia,Ukrajna, Románia) és egy „alvizi” (Magyarország) ország egy-egy részletén kiépített észlelőrendszer látható. Mivel egy komplex észlelőrendszerben a hidrometeorológiai, felszíni és felszín alatti vizek gyűjtésére vonatkozó információk nehezen választhatók szét, ezért indokolt, hogy mindhárom típusú információ gyűjtésére, továbbítására sor kerül a bemutatott, ill. hasonló rendszerekben. (Az utóbbi időszakban megnőtt a komplex rendszerek száma és jelentősége. Az adatok megszerzésének módját, eszközeit viszont érthetőségi okok miatt egymástól elválasztva célszerű tárgyalni.)

A hidrológiai mérőrendszerek az ember technikai rendkívül gyors és tudati fejlődésének lényegesen lassabb üteme miatt korunkban vízminőségi adatok vizsgálatával is kibővült, ill. egyre fontosabbá vált. Ezek a mérőrendszerek nem maradhattak meg a nemzeti szintek keretei között, mivel sok vízgyűjtő terület politikai határokkal osztott és a vízminőség kérdése számos nemzetközi konfliktus kiinduló pontjává vált.

3.3.3 – 6. ábra. Tisza Técső vízrajzi-vízminőségi- és Huszt-Tiszakirva vízrazi távmérő állomás [Lucza, 2005]

3.3.3 – 7. ábra. Monitorállomás kívül-belül (Szamos - Csenger és Berettyó – Pocsaj)

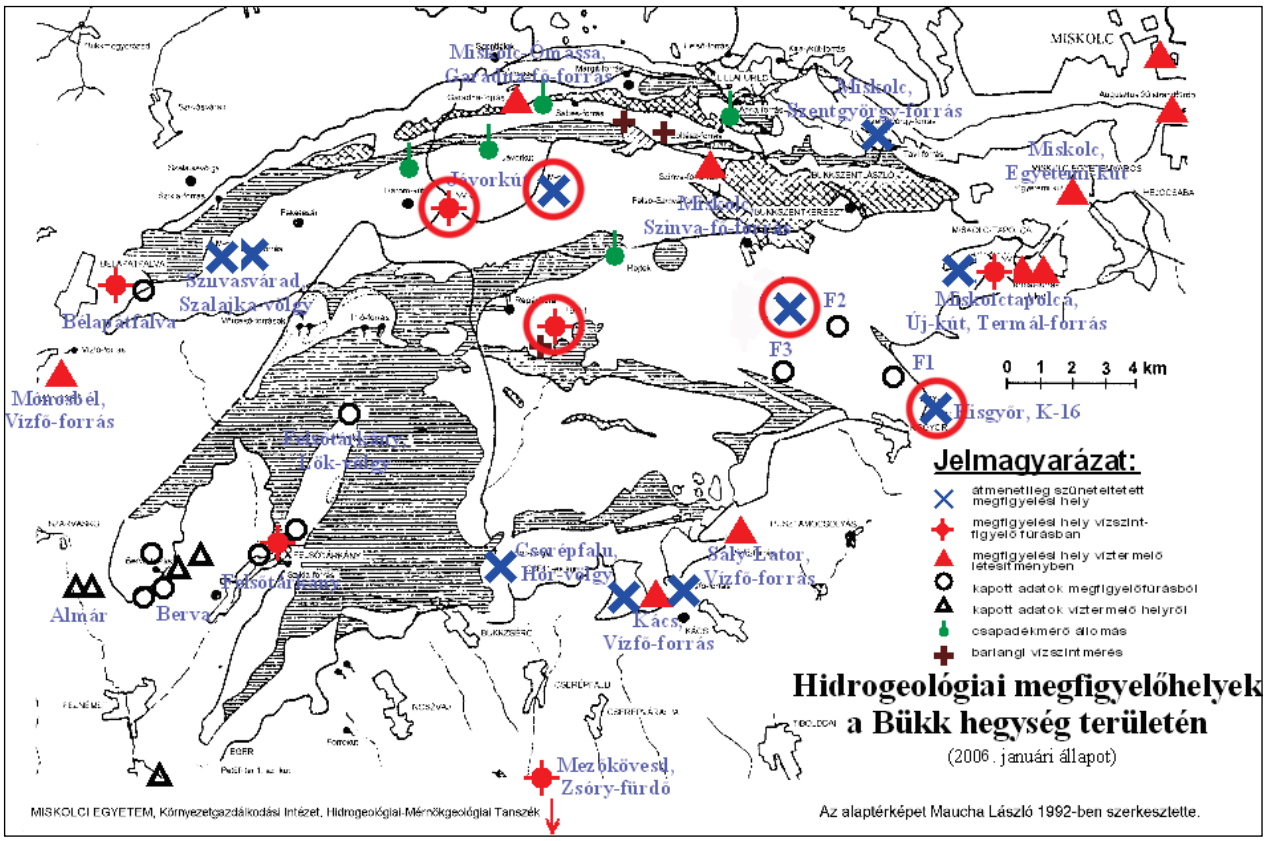
A 3.3.3 - 8. ábrán az információk áramoltatásának sémája látható. Nyomon követhető az adatok származási helyei, a feldolgozás, az ellenőrzött adatok közlése, azok felhasználási módja.



3.3.3 - 8. ábra. Az információáramlás megoldása

A felszín alatti vizekre vonatkozó információk rendszeres gyűjtése azóta vált kiemelkedő fontosságúvá, mióta kiderült, hogy az országok jelentős része (köztük Magyarország is) a társadalmi vízigényeinek nagyon jelentős (esetenként döntő) részét a felszín alatti vizekből tudja csak megfelelő mennyiségben és főként minőségben biztosítani.

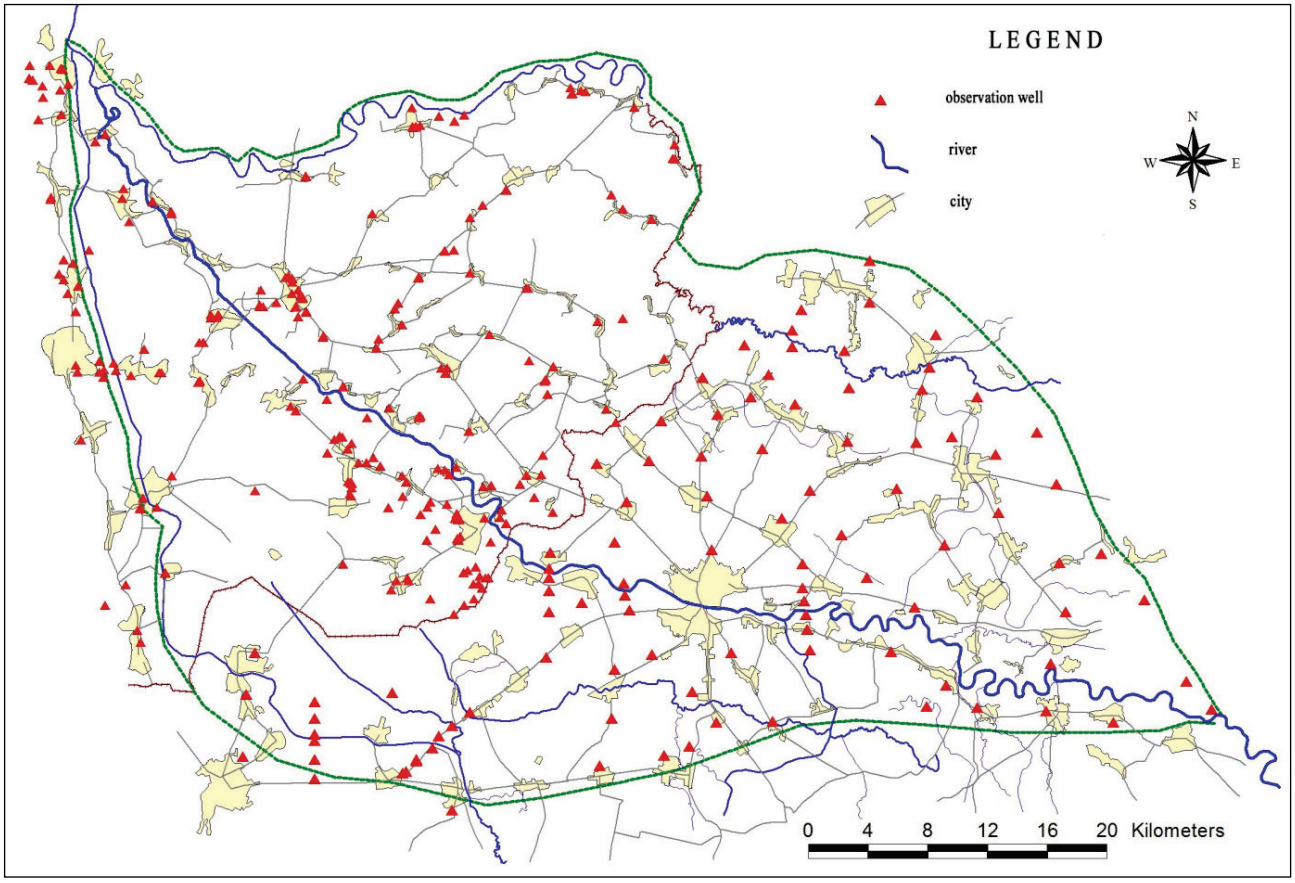
Például a Bükk-térség esetében a társadalmi vízigények döntő többségének (esetenként teljes mennyiségének) kielégítése karsztvízből történik. Emiatt vált igen nagy jelentőségűvé a Bükki Karsztvízszint Észlelő rendszer létrehozása, működtetése és adatainak felhasználása. A 3.3.10. ábrán a mérőrendszer és „élete" látható. (A pirossal bekarikázott mérőhelyeket még 1983-ban hozták létre, a jelenlegi rendszer kialakítása 1992-ben kezdődött meg a folyamatos, elektronikus műszeres mérések beindításával, valamint Miskolctapolca környékén a 2006. évi vízszennyezés miatt vízminőség megfigyelésére (is) alkalmas figyelőkúthoz illeszkedve újabbak is készülnek.



3.3.3 - 9. ábra. A Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer felszín alatti vizek vizsgálatára

Az államhatárokkal osztott felszín alatti vizek vizsgálatára a NATO SQUASH-projekt eredményeit lehet említeni. Egy közös belga-magyar-román projekt keretében kb. azonos időben (ősszel és tavasszal) történt az összes megfigyelő helyen összehangolt vízszintmérés, melynek eredményeiből egy egységes, államhatárokat nem ismerő hidraulikai modell volt felállítható. A 3.3.11. ábrán a mérőhelyek kerültek feltüntetésre. (Ez a munka még tételesen nem víztest-központú, de a vizsgálati szempontjait már figyelembe veszi.)

Az utóbbi évtizedekben előtérbe került és az Európai Unió Víz Keretirányelvében is megfogalmazták a határon átnyúló felszíni víztesteken kívül a határon átnyúló felszín alatti víztestek fogalmát. (A Víz Keretirányelv úgy fogalmaz meg – ökológiai szemlélettel – vízminőségvédelmi kritériumokat, hogy azok egyben mennyiségi védelmet is jelentenek. Ily módon a komplex – a légtérre, a felszíni és felszín alatti vizek mennyiségére és minőségére vonatkozó – hidrológiai mérőrendszerek jelentősége rendkívüli mértékben megerősödött.)



3.3.3 - 10. ábra. Az államhatárral osztott Szamos-vízgyűjtő törmelékes összletében mozgó felszín alatti víz összehangolt vizsgálatára alkalmas figyelőkútjai (NATO SQUASH-projekt)

3.3.4 Az információszerzés fázisai, időbeli csoportosítása

Az információszerzést mint folyamatot is áttekinthetjük, melynek meglehetősen szigorú, egymásra épülő lépcsői vannak. (Természetesen, ezek közül maradhatnak ki fázisok, de azok sokszor visszaüthetnek. Pl. ha rendelkezésre álló pénzeszközöket rosszul mértük fel, a mégoly drága és hasznos műszereket sem tudjuk működtetni, ha már üzemanyagköltség sem áll rendelkezésre, hogy a műszert felkeressük.) Ezeket a lépcsők (időbeli csoportosítások) az alábbiakban foglalhatók össze:

- a meglévő szakmai ismeretek áttekintése
- rendelkezésre álló pénzeszközök tisztázása
- a mérési lehetőségek jogi feltételeinek tisztázása
- műszer kiválasztása, telepítése, működtetése
- mérés, a mérőműszerhez köthető adatarchiválás
- adatkinyerés-adattovábbítás
- adatfeldolgozás
    - speciális digitális állományok szokványos adattá való konvertálása
    - általános alapfeldolgozás, mérési hibák kiszűrése
    - célfeldolgozás megadott szempontok szerint
    - feldolgozott adatok archiválása

Meglévő szakmai információk begyűjtése

3.3.4 - 1. ábra. Helyszínen megszerezhető, jellemző vízminőségi adatok

3.3.4 – 2. ábra. Helyszínen megszerezhető, jellemző kútadatok

3.3.4 – 3. ábra. Helyszínen megszerezhető, egyedi árvízszintek

3.3.4 – 4. ábra. Helyszínen megszerezhető, egykori vizekre utaló információk

Minden munkát célszerű a meglévő szakmai információk összegyűjtésével kezdeni. Ezzel egyrészt kiderülhetnek a kutatás alapvető irányai, módosulhatnak a céljai, pontosodhatnak az elképzelések. Másrészt sok esetben felesleges munkától kíméljük meg magunkat, ill. van egy kiinduló adatunk (adatsorunk), ami már összevethető a mi általunk megszerezni tervezett adatokkal. Az előzetes adatszerzésnek két módja van:

- az elektromos vagy papír alapú irodalom célnak megfelelő feldolgozása (egyetem központi könyvtárak; egyetemi szaktanszéki könyvtárak és honlapjaik; szakmai társadalmi szervezetek könyvtárai, honlapjai; Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, nemzeti parkok, vízügyi és környezetvédelmi igazgatóságok, környezetvédelmi, természetvédelmi és vízügyi felügyeletek, nagyobb önkormányzatok könyvtárai, honlapjai; nagyobb közkönyvtárak; vízművek, „vizes cégek" könyvtárai; bizonyos projekt honlapok),
- a terepen a helyszínen minél több érdemi információt nyerni (ez utóbbiakra néhány példa a 3.3.4 – 2.,3.,4. ábrákon látható).

A további projekelemek tárgyalását a 3.3.6 fejezet tartalmazza a konkrét mérőrendszer a Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer működtetésének bemutatásával.

3.3.5 Az információszerzés formái

3.3.5.1. Terepi megfigyelések

A terepi megfigyelések nagyon sokszor nem tervezett módon, hanem spontán módon jönnek létre. Ennek ellenére, főleg azért, mert sokszor ritka, esetenként ismétlés nélküli állapotról van szó, ezeknek a dokumentálása és felhasználása a kutatások során feltétlenül kívánatos.
Néhány, említésre méltó, megfigyelhető információ a következő:

- nagyon magas vízszint (árvíz), vagy a nyoma (3.3.5 – 1, 3.35 – 3a. ábrák)
- nagyon alacsony vízszint
- szokatlan vízminőségre vonatkozó információk (3.3.5 – 2.a,b. ábrák)
- távolabbi helyen történt folyamatok észlelése (pl. nem volt csapadék, mégis jelentősen megzavarosodott a folyó vize)
- nem látható folyamatok ritkán látható végeredményei (3.3.5 – 3b ábra)

3.3.5 – 1. ábra. Árvíz és árvíznyom

3.3.5 – 2. ábra. Kémiai és fizikai szennyezés, vízbiológiai szennyezés

3.3.5 – 3. ábra. Maximális vízszint nyoma; a víztározóban víz alatt is történik erózió ***[b. fotó: Szuhai S.]***

3.3.5.2. Terepi mérések

Hidrometeorológiai adatok mérése

A hidrometeorológia a hidrogeológia (hidrológia) egyik legfontosabb segédtudománya. A hidrológiai jelenségek értelmezése, helyes és kellően sűrű mintavétellel nyert meteorológiai adatok nélkül elképzelhetetlen. A hidrológiai előrejelzések (árvizi, belvízi állapot, felszín alatti vizek vízszintjei stb.) elkészítéséhez ezen túlmenően a gyorsan eljuttatott adatok szükségesek.

A meteorológiai adatgyűjtő rendszerben az űrben, a légtérben, vízen és földön lévő adatgyűjtő, adattovábbító és adatfeldolgozó egységeket különíthetünk el (lásd korábbi fejezet).

A hidrometeorológiai adatokat vagy az e célra felszerelt hidrometeorológiai állomásokon mérik, vagy a meglévő meteorológiai állomások adatait tudjuk átvenni. (Ez esetben viszont az állomás felszereltségének szintjétől függően lehetnek olyan adatok, amiket ott nem mérnek.) A leggyakoribb hidrometeorológiai jellemzők és mérésük az alábbi:

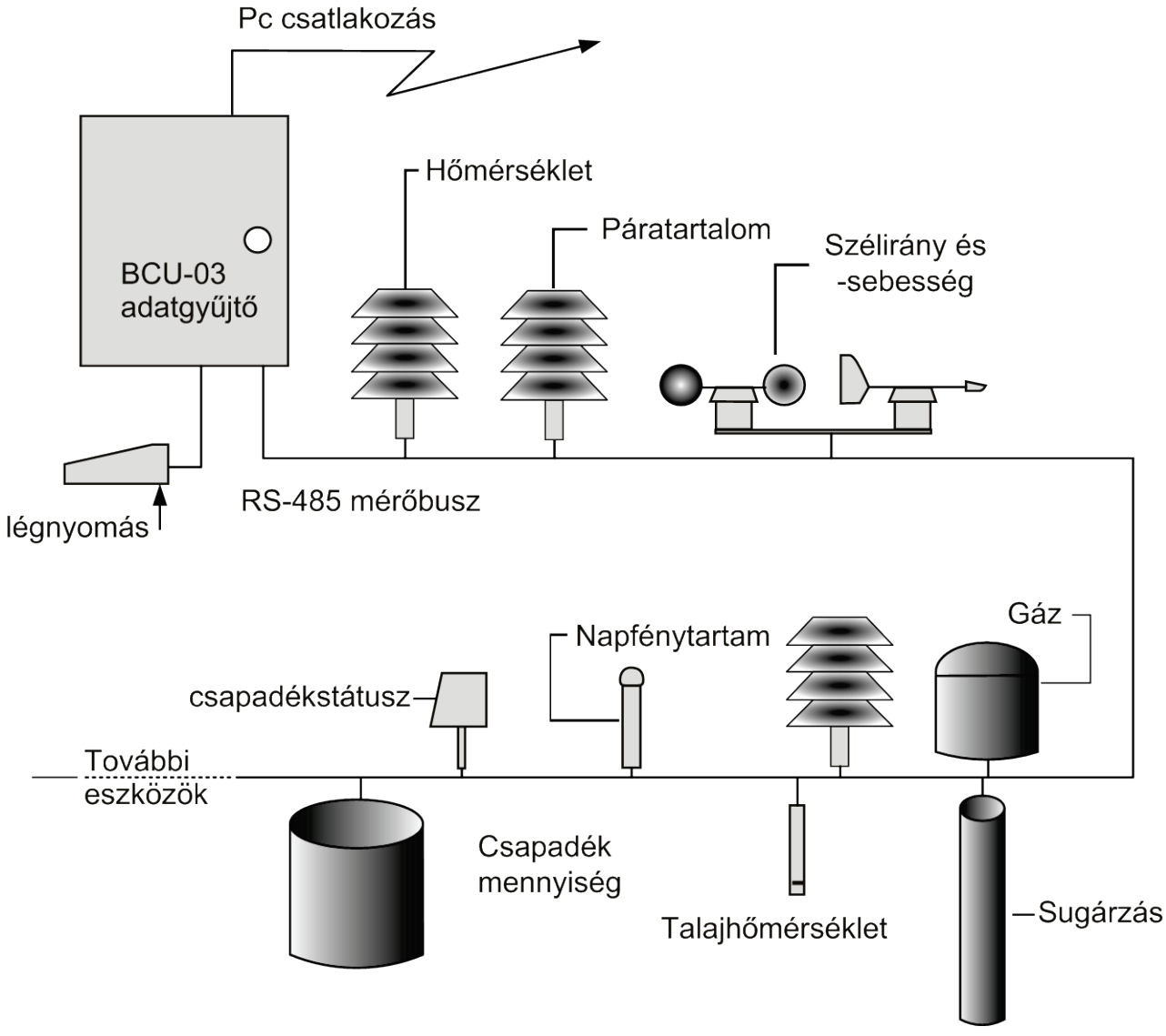
- a léghőmérséklet mérése
- a páratartalom mérése
- a légnyomás mérése
- a légmozgás mérése
- a napsütés időtartamának mérése
- a visszavert napsugárzás (albedó) mérése
- a párolgás mérése
- talajhőmérséklet mérése
- csapadékmérés
- hóvastagság mérése

A meteorológiai elemek (ill. azok egy részének) mérésére néhány példa az ábrákon látható.

3.3.5 - 4. ábra. Hidrometeorológiai állomás

3.3.5 – 5. ábra. Hidrometeorológiai elemek mérése hidrometeorológiai állomáson

3.3.5 – 6. ábra. A levegő sugárterhelését mérőállomás, mellette talajvíz megfigyelő kutak



3.3.5 - 7. ábra. A Boreas-típusú földi (hidro)meteorológiai megfigyelő rendszer részei

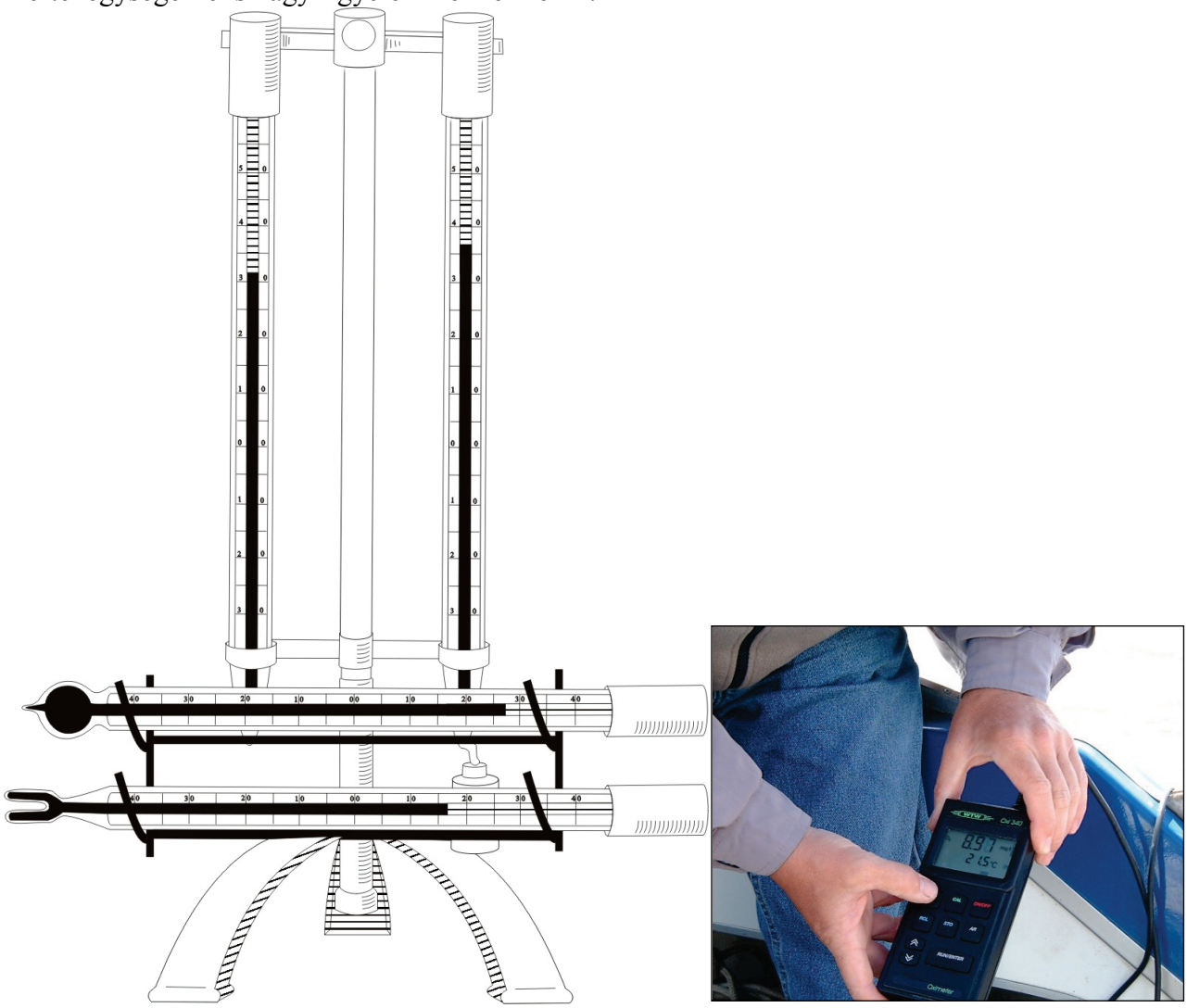
A léghőmérséklet mérése

A hőmérsékletet a hőtáguláson alapuló higanyos, borszeszes vagy fém hőmérővel, ill. digitális kijelzővel ellátott elektromos hőmérőkkel mérik. (Lényegileg a hőmérséklet különbség hatására bekövetkezett változásokat, pl. feszültségingadozásokat mérik és jelzik a műszerek, de igen sokféle van forgalomban.)

A hőmérsékletet Magyarországon Celsius fokban [°C], az Amerikai Egyesült Államokban Fahrenheit fokban [°F] adják meg. Franciaországban (és sok régi vízföldtani szakirodalomban) a Reamur fokot [°R] használták. A tudományos életben szokásos még a Kelvin fok [°K] használata is.

Ezek egymásba a következőképpen számíthatók át:
0 °C = 0 °R = 32 °F = 273,16 °K
1 °C = 1 °K = 4/5 °R = 9/5 °F

Mivel már nagyon sok helyről lehet adatot és műszert beszerezni, a mérőszámok mellett a pontos mértékegységekre is nagy figyelemmel kell lenni!



3.3.5 – 8. ábra. Higanyos és borszeszes állomáshőmérők; digitális elektromos hőmérő

A páratartalom mérése

A páratartalom mérésénél a légtérben lévő nedvességtartalmat határozzuk meg abszolút, (kg/m^3 dimenzióban) vagy relatív (%) értékben.

A levegő minden hőmérsékleti értékéhez tartozik egy olyan víztartalom, mint felső határ, amelynél több pára felvételére már nem képes. Ez a telítettségi nedvességtartalom. A relatív nedvességtartalom azt adja meg, hogy a levegő abszolút nedvességtartalma hány százaléka a telítettségi nedvességtartalomnak. A harmatpont az a hőmérsékleti érték, amelyre a levegő állandó nyomáson lehűlve telített állapotba jut.

Az abszolút nedvességtartalmat Auguszt-féle pszicrométerrel tudjuk meghatározni (áttételesen), vagy kémiai módszerrel, a relatív nedvességtartalmat pedig az Assman-féle aspirációs pszichrométerrel. Higrométerrel a levegő relatív nedvességtartalmát és a harmatponttól való távolságát lehet meghatározni.

Az elektronikus alapú vízszint (víznyomás) mérő műszerekben mindenkor van hőmérsékletmérés is (ez szükséges a kellő mérési pontossághoz), de értéke nem mindig kerül kijelzésre.

Ma már a mechanikus alapú mérőeszközök nem igazán használatosak, az elektronikus mérőműszerek csaknem teljesen kiszorították azokat.

A légnyomás mérése

A légnyomás mérésére eseti leolvasásokhoz higanyos barométereket, íróműszerként folyadék nélküli aneroid barométereket használnak (Ez utóbbit régebben mechanikus műszerben, ma már döntő többségében elektronikus műszerben használják.
A légnyomást kezdetben mmHg-ben mérték, majd mbar-ban, jelenleg N/m-ben (Pa-ban) adják meg.
Az egységek átszámítása:
1 bar = $10m^2$ Pa; 1 mbar = 1 hPa; p_o = 1013 mbar
760 mmHg = 1013 mbar; 1 mmHg = 133,3 Pa; 1 Pa = 0,0075 mmHg

A mérőműszereknél mindig figyelembe kell venni, hogy a légköri nyomással együtt történik-e a mérés (akkor ezt valamilyen módszerrel, pl. egy másik műszerrel nyert adattal korrigálni kell), vagy anélkül.

A légmozgás (szél) mérése

A légmozgást – a szelet – vektormennyiségként kell mérni, azaz nagyságán kívül irányát is. Mindig azt az irányt adjuk meg, ahonnan, amilyen irányból fúj a szél. A szél sebességén (erősségén, nagyságán) a vízszintes összetevő értendő. Dimenziója km/óra, ill. m/s (Magyarországon). A

légmozgás ismeretének a hidrológiában elsősorban az evapotranspiáció meghatározásánál van igen nagy jelentősége.

A szél mérésére régen a Wild-féle szélzászlót alkalmazták, az erősségét Beaufort fokban fejezték ki. (Ez egy 0-12 közötti skála, ma már csak a vitorlázók használják ezt a meglehetősen tájékoztató értéket.)

Jól mérhető a szél tényleges sebessége a kanalas anemométerekkel, melynek rajzoló kivitele az anemográf. Használnak egyéb szélsebességmérő műszereket is, pl. a hődrótos anemométereket, ahol a hűtés hatására az elektromos áram erőssége megváltozik. A széllökésíró műszerek a széllökések nagyságát és irányát mérik, általában mechanikusan. (3.3.31-32. ábra)

A napsütés időtartamának mérése

A hidrológiai körfolyamatok „motorja" a Nap, ill. a Földre eljutó energiája. A napsütés időtartamát a Campbell-Stokes féle napfénytartam íróval (heliográf) mérik. Lényegében az üveggömb által összegyűjtött napsugarakat egy papírcsíkra vetítik, amely ott kiég, ahol a nap sugarai érik. Este a papírcsíkon 6 percre pontosan leolvasható, hogy mennyi ideig sütött aznap a Nap. (A napfénytartamot órában adják meg.)

A visszavert napsugárzás (albedó, sugárzás-egyenleg) mérése

A Földre érkező napsugárzás egy részét a felszín visszaveri. Azt, hogy az érkező napsugárzás (hőmennyiség) hányad részét veri vissza egy talajfelszín felülete, azt az albedo-érték mondja meg %-ban kifejezve.

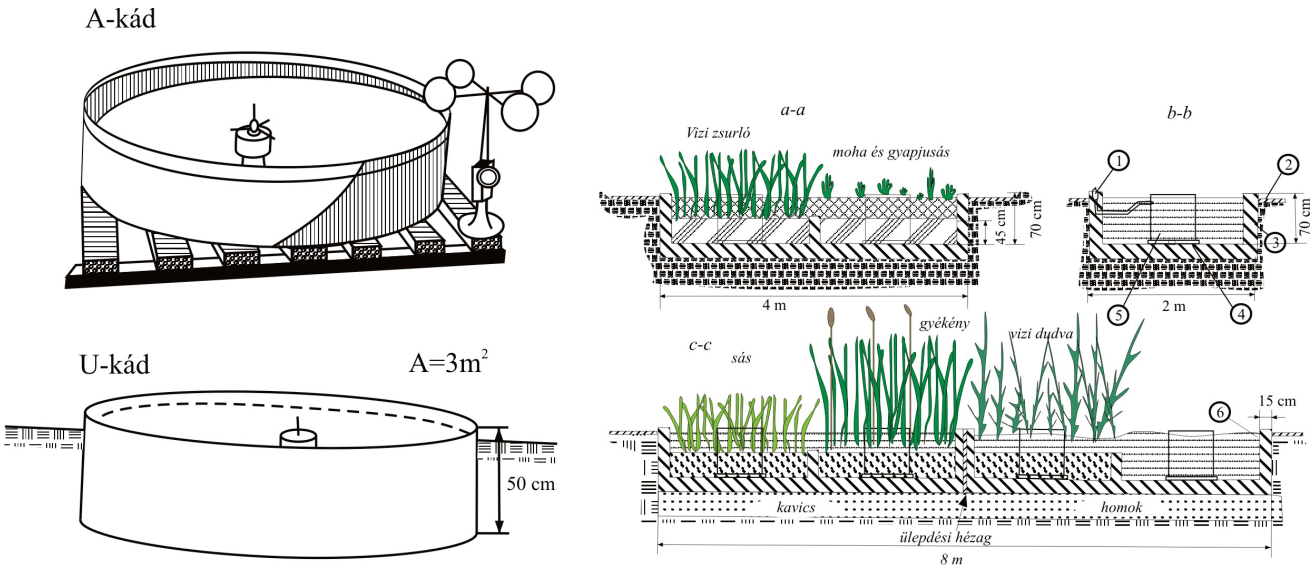
Ezt albedométerrel mérik, ami egy konstantán és manganin lemezből összeállított hőelem, melyben a sugárzás energiájának hatására áram keletkezik, s ennek mennyisége mérhető. (Értéke átszámítható bármilyen energia-egységre is.)

A párolgás mérése

A párolgás mérésére a meteorológiában a Wild-féle levélmérleg-rendszerű párolgásmérőt használták, ami igen pontatlan adatokat szolgáltatott.

A hidrometeorológiai mérések során a szabad vízfelületek párolgásának mérésére párolgásmérő kádakat használnak. Két fő típusa van: a földön elhelyezett (A-kád) és a földbe süllyesztett (U-kád). Az első esetben a vízfelület a talaj felszíne felett van, a második esetbe azzal kb. egy szinten (3.3.5 – 9.. ábra).

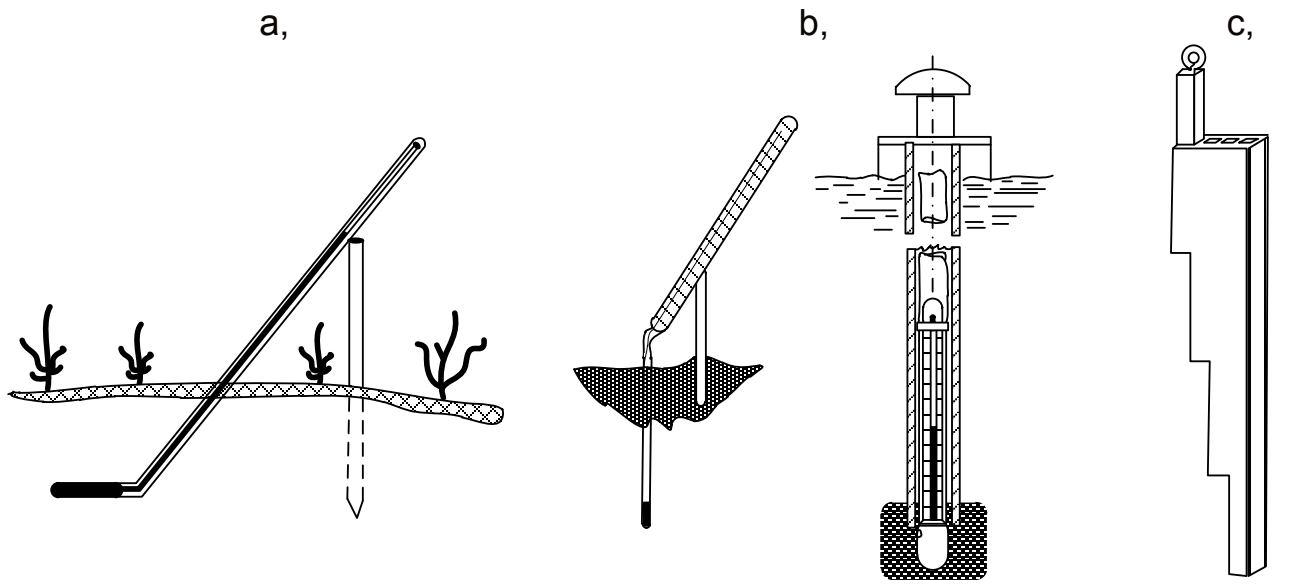
A kádaknak a vízszintjét olvassák le és mm-ben vagy l/m^2-ben adják meg az időegység alatt elpárolgott vízmennyiséget.



3.3.5 – 9. ábra. Nyílt vízfelszín és növényzettel borított vízfelszín párolgásának mérése [Almássy, 1997]

A talajhőmérséklet mérése

A talaj hőmérsékletét – különböző mélységekben – hajlított végű, hengeres tartályú higanyos vagy elektromos hőmérővel mérik. (Folyamatos adatsorok előállítására ez utóbbiak alkalmasak.) Nagyobb mélységekben a Lammont-szekrénybe elhelyezett, különböző mélységig leengedhető hőmérőket használnak. (Lásd 3.3.5 - 10. ábra) A mértékegység a °C (lásd előbb)



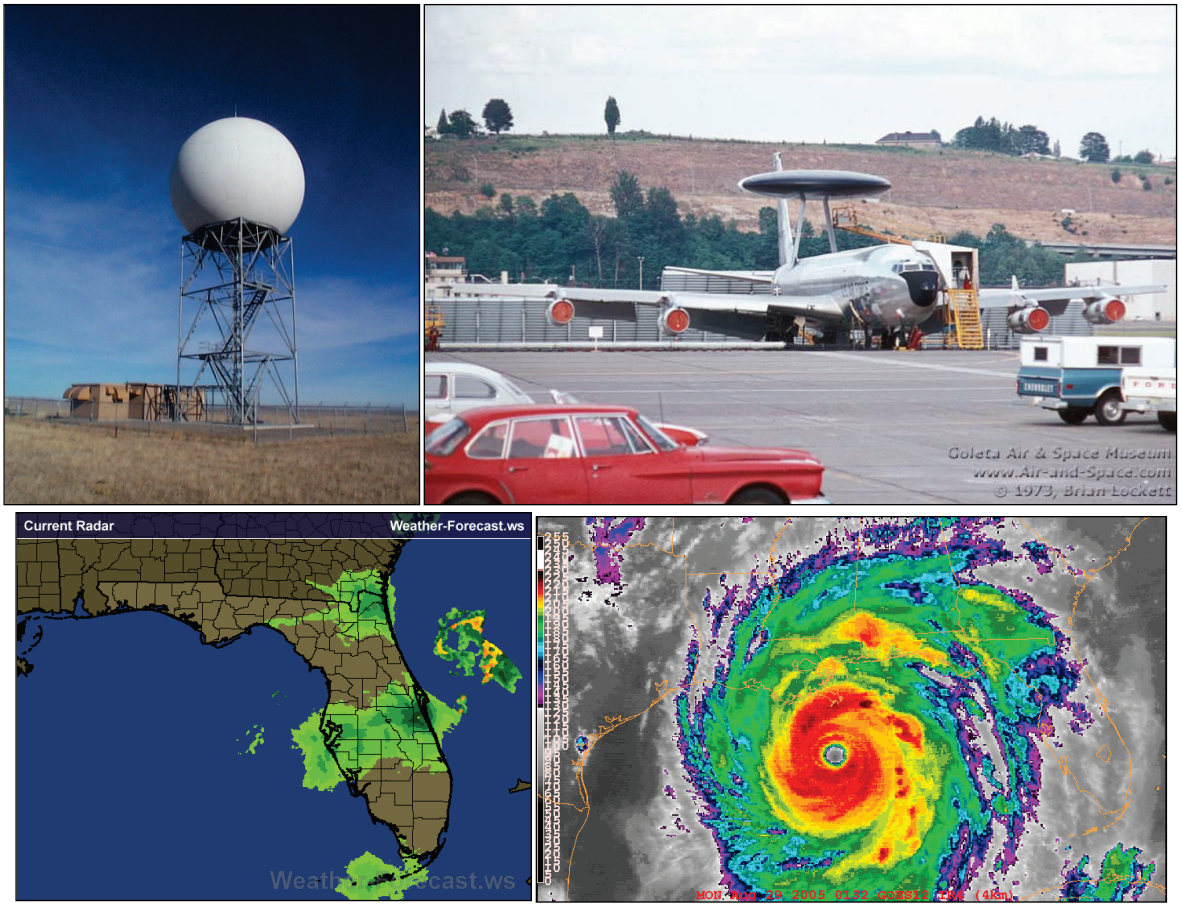
3.3.5 – 10. ábra. Higanyos talajhőmérők [Almássy, 1997]

A csapadékmérés

A csapadékot a légtérben és a földre lehullva mérik és továbbítják.

A légtérben keletkező (jelenlévő) csapadék meghatározására a csapadékradarokat használják. A csapadék előrejelzésnek és az ebből következő hidrogeológiai (hidrológiai) előrejelzésnek kiemelten fontos része a csapadékradar. (Tudjuk, hogy pl. a földtani kutatásokban is igen jelentős a szerepe, de jelen fejezetrészben csak a csapadékradarokkal foglalkozunk.)

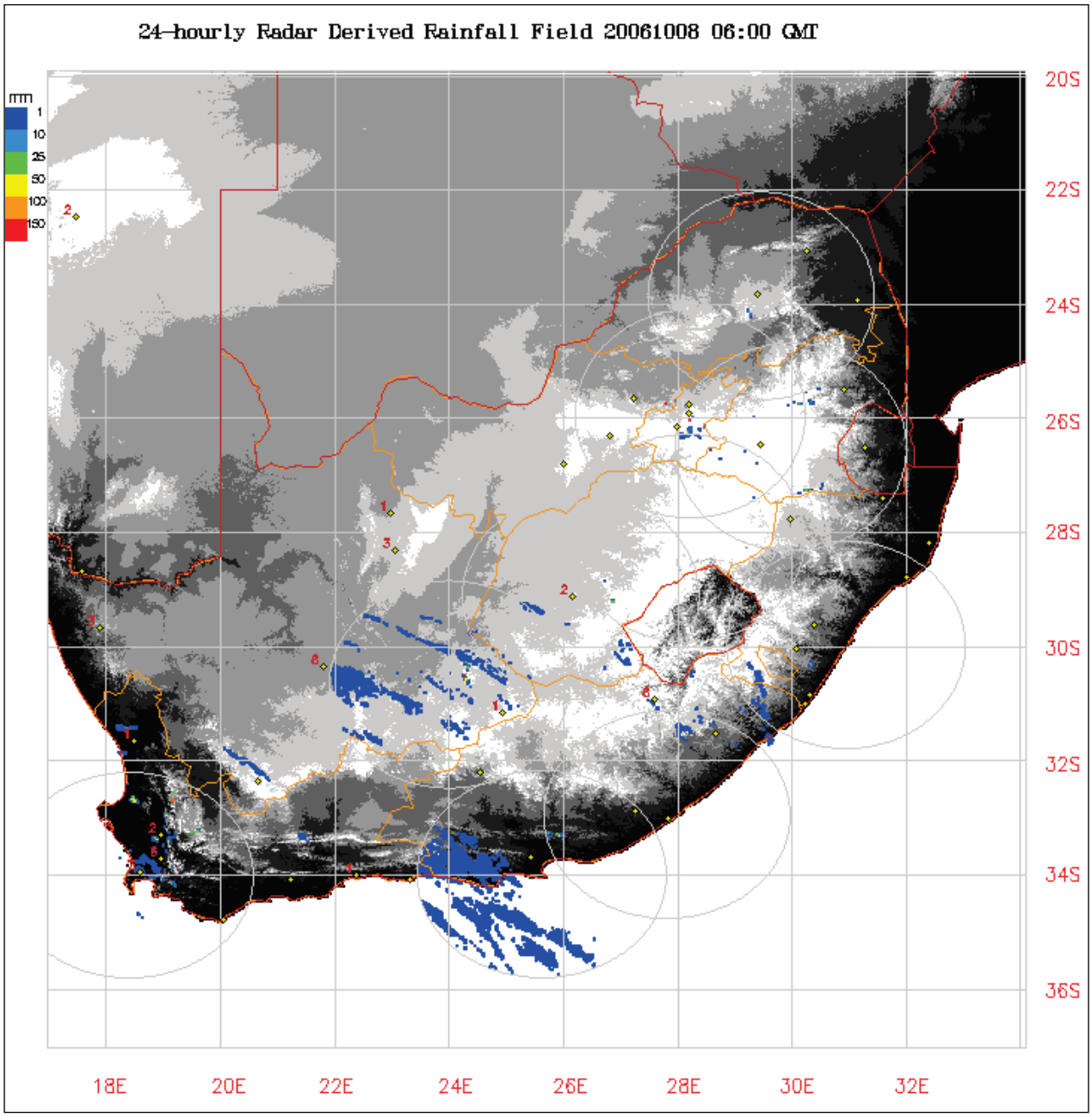
A radarállomásról kibocsátott jel a levegőben lévő vízmennyiség függvényében különböző mértékben megváltozva jut vissza a vevő egységbe. Földi, kalibráló csapadékmérő állomások adatait felhasználva – melyek általában lokális mértékűek – jelentősen nagyobb területekről kaphatunk megbízható csapadékinformációt. Nagy területre igaz adatokat csak akkor nyerhetünk, ha kellően sűrűn helyezkednek el a radarállomások. Ha a kalibrálás megtörténik, a radarképek igen nagy területre adnak pontos, áttekintő csapadékértéket. (A csapadékhullás igen sok esetben kis területi kiterjedésű s ezen belül is jelentősen változhat az erőssége, intenzitása. A földi mérések és a csapadékradarok együttesen adnak jó területi értékeket.)



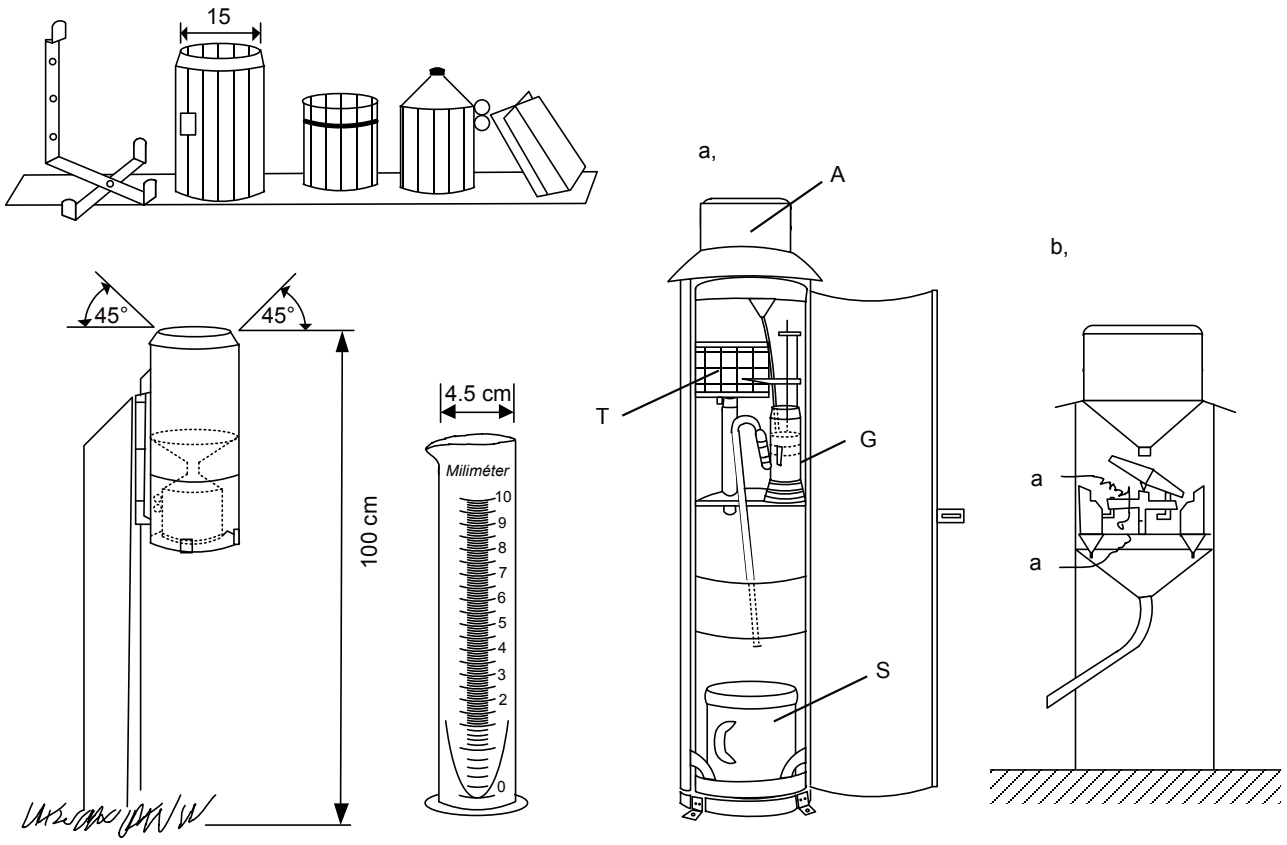
3.3.5 – 11. ábra. Időjárási helyzet földi és légi radarok alapján (A b. ábrán a Katrina hurrikán sebességének megoszlása látható)

A csapadékmérés esetében a legpontosabb adatokat akkor tudjuk mérni, ha a csapadék eső formájában hull. Hó és jég esetében a lehullott csapadékot fel kell olvasztani a méréshez.

A légtérben történő mérésekre egy repülőgépre szerelt radart kerül bemutatásra a 3.3.5 – 10b. ábrán. (Mellette egy földi radarállomás látható, igencsak mostoha terepi körülmények között.)



3.3.5 - 12. ábra. Csapadékmegoszlás feltérképezése földi radarrendszerrel (A térkép egy kevéssé csapadékos időszakot ábrázol.)

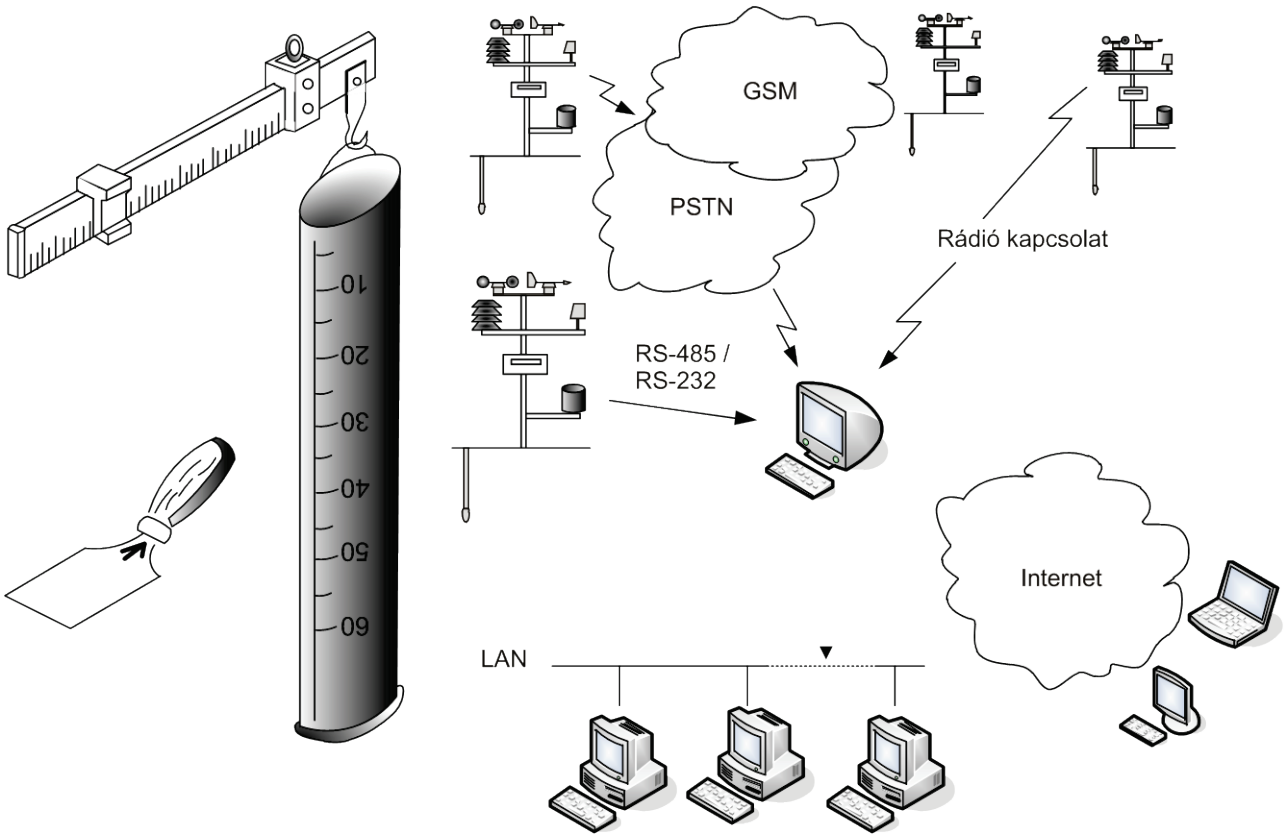


3.3.5 – 13. ábra. Csapadékmérő (ombrométer) és mechanikus csapadékíró (ombrográf)

A földi csapadékmérő állomásokon ombrométereket és ombrográfokat (csapadékírót) használnak. (Az előbbi az összegyűlekező csapadékot méri, az utóbbi mechanikusan vagy elektronikusan folyamatosan rögzíti a csapadék hullást, így pontosabb csapadékintenzitás számítására alkalmas. A csapadék mennyiségét mm-ben, l/ha-ban, m^3/m^2-ben, l/m^2-ben, m^3/km^2-ben szokásos megadni, az intenzitás ezeknek időegységre – s, min, óra – vonatkoztatott értékei. Csapadékmérőket az ábrákon láthatunk.

A hóvastagság mérése

A hóvastagságot általában az ombrométerek (ombrográfok) közvetlen környezetében szokásos mérni cm beosztású hóvastagság mérővel. A hóvastagságot minden nap mérik, míg hó van, függetlenül attól, hogy esett-e hó két mérés között.



3.3.5 – 14. ábra. Hóvastagság és sűrűségmérő [Amássy, 1997]; a Boreas meteorológiai megfigyelő rendszer adatáramlási sémája

A hóvastagság mellett mérik a hó sűrűségét is, ily módon a hó vízegyenértékét tudják meghatározni. A frissen esett hó sűrűsége általában kicsi, a több napos-több hetes-több éves hó sűrűsége szélső esetben megközelítheti a jég sűrűségét.

Hidrológiai adatok mérése

A legfontosabb hidrológiai adatok a következő fejezetrészekben kerülnek ismertetésre. A mérési adatok lehetnek analógok és digitális formátumúak, de a feldolgozás általában digitális vagy grafikus formában történik.

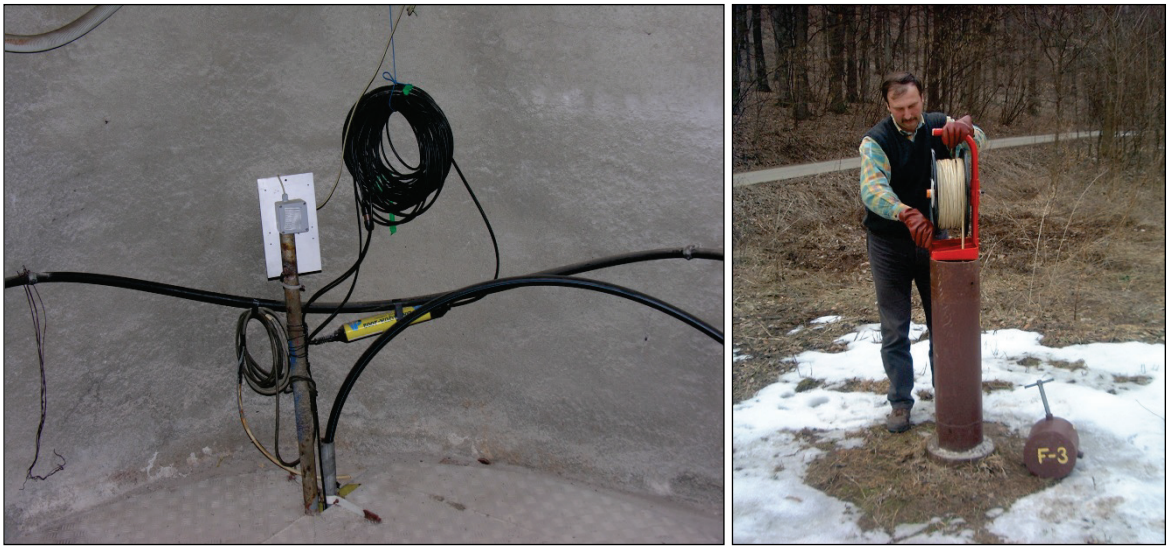
A vízszint mérése

A felszíni és felszín alatti vízszintek mérése történhet önmagában a vízszintek meghatározása (árvízszintek, építési szintek, vízkilépési szintek stb. megállapítása) érdekében, valamint felszíni vízhozamok méréséhez, a felszín alatti vízmozgások nyomon követésére.

A vízszintek leolvasása történhet esetenként (3.3.5 – 15.. ábra), de történhet folyamatosan mérő eszköz (3.3.5 – 16. a. ábra) adatainak kiolvasásával is. (A mérés itt is lehet mechanikus és elektronikus egyaránt.) A folyamatosan mért-rögzített adatok ellenőrzésére (esetleges adatjavítására) mindig szükség van az adatkinyeréskor helyszíni adatleolvasásra az ott beépített

mérőeszközökről. (A 3.3.5 – 16.) ábrán látható kézi vízszintmérés éppen egy folyamatos vízszintmérés ellenőrzése érdekében történik.)

3.3.5 – 15. ábra. Vízszint meghatározására szolgáló függőleges és rézsűben elhelyezett lapvízmércék



3.3.5 – 16. ábra. Vízszint meghatározására szolgáló Dataqua 2002 mérőműszer; kézi, ellenőrző vízszintmérés megfigyelő kútban

A vízmélység mérés, szelvényfelvétel, mederfelvétel

Vízmélység mérést akkor végzünk, ha egy, vagy csak néhány ponton szükséges megállapítani a meder mélységét a pillanatnyi vízszint alatt. Szelvényfelvételkor a vízfolyás vagy állóvíz egy vagy több keresztszelvényében (3.3.5 – 17. ábra) veszik fel a meder alakját. A mederfelvétel célja megállapítani a meder alakját, amit általában izobat-vonalakkal ábrázolnak.

A felvételek történhetnek különböző kézi mérésekkel (szondarúd, kötélen függő nehezék, elektromos érintkező) avagy ultrahangos vízmélységmérővel.

3.3.5 – 17. ábra. Vízmélység és iszapvastagság meghatározása szondarúddal

Az iszapvastagság mérés

Az iszapvastagság meghatározása elsősorban állóvizekben (főleg tározókban, azok általában gyors feliszapolódása miatt) fontos, de pl. egy hajózsilipben az árvíz utáni munkálatok elvégzéséhez is nélkülözhetetlen. Meghatározásának két fő módszere van:

- két különböző időben történő mederfelvétel eredményeinek az összehasonlítása (ekkor nagyon kell ügyelni, hogy megfelelő illesztő pontok legyenek, ill. ugyanolyan módon történjék a mederfelvétel mindkét alkalommal),
- az iszap vastagságának tényleges meghatározása szondázással (ez csak kis vízmélység és laza iszap megléte esetén végezhető el 3.3.5 – 17.. ábra).

A vízhozam mérése

A vízhozam egy időegység alatt egy szelvényen (egy csövön, egy folyóra merőleges keresztszelvényben) átáramló vízmennyiség. Dimenziója m^3/s, l/s, l/p, m^3/óra stb. A dimenzió megadása mellett nagyon fontos a mérés idejének rögzítése is. A mérési módja lehet:

- közvetett mérés (ekkor a szelvény meghatározása mellett a víz sebességét is meg kell határozni; a vízhozam az átfolyási (nedvesített) keresztszelvény és a középsebesség szorzataként számítható) (3.3.5 – 18-19a. ábra)
- közvetlen módszer
    - kémiai vízhozammérés (a vízfolyás ismert pontján ismert koncentrációjú oldatot juttatnak az áramló vízbe, egy másik ponton meghatározzák az oldat koncentrációját s ezekből meghatározható a vízhozam)
    - a vízállás és vízhozam alapján vízhozamgörbe előállítása vízfolyásokra (az előállított vízhozamgörbe alapján a vízmércén leolvasott vízállásokból lehet következtetni a vízhozamokra)
    - a medrekbe épített műtárgyak (átereszek, hidak stb.) „hitelesítése”, azaz vízhozamgörbék előállítása és használata

- a medrekbe épített mérő műtárgyak (bukók, mérőszűkületek) és lapvízmércék segítségével (3.3.5 – 20. ábra) vagy kis hozamok esetén köbözéssel
- csővezetékben áramló vízre (hordozható mérőbukó, köböző (3.3.5 - 20.b ábra), danaida, mérőperem, mérőtorok, Venturi-cső, mérőóra, ultrahangos mérőeszköz a főáramkörben vagy mellékáramkörű kivitelben.

3.3.5 – 18. ábra. Szelvényfelvétel szondarúddal és úsztatásos vízsebesség mérés

3.3.5 – 19. ábra. Műszeres vízsebességmérés és köbözéses vízhozammérés

3.3.5 – 20. ábra. Vízhozammérés lineáris bukóval, köbözéssel

3.3.5 – 21. ábra. Ultrahangos vízhozam mérő berendezések csővezetékre

A lég- és vízhőmérséklet mérése

A hidrometeorológia adatok megszerzésénél és a műszerismertetéseknél a hőmérsékletmérés már tárgyalásra került. A vízhőmérsékletmérés csak a mérés helyében tér el az eddig megismertektől. A mérés lehet egyszeri és történhet folyamatos adatrögzítéssel. A vízhőmérséklet méréseknél mindenkor célszerű megmérni a pontos idő mellett a levegő hőmérsékletét is.

A jégviszonyok megfigyelése

A jégképződés a folyó és állóvizekben egymáshoz képest eltérően megy végbe. A folyóvizekben a turbulens vízáramlás miatt a jégképződés lényegében az egész keresztszelvényre kiterjed. Ezzel szemben tavakban a felszínen indul meg a jégképződés és a jég „lefelé hízik”.

A jég keletkezéséhez a víznek túlhűltnek kell lennie és kristályosodási magvaknak alkalmas hordalékszemcséket kell tartalmaznia. (Kialakult jégkristály már lehet a következő jégszemcse kristályosodási magja.) Folyóvízben a jégképződés bárhol megkezdődhet, a fenékre lesüllyedt törmelékszemcsén kialakult jégkristályokból fenékjég keletkezik, mely a növekedése során onnan felszakadhat és a turbulens áramlás hatására állandóan mozgásban lévő kásajéggé alakul. A víz felszínén a jégkristályok összefagynak, jégtáblákat alkotnak, a vízáramlásnak megfelelően mozognak (zajlanak). Hosszan tartó, nagy hideg hatására a jégtáblák összefagynak, szilárd jégkéreg alakul ki. A vízfolyás útjába került akadályoknál (pl. híd pillére) a zajló jég összetorlódhat, a táblák egymásra csúszhatnak. Mindkét esetben csökken az áramlási felület.

Az elektromos vezetőképesség mérése

A víz elektromos vezetőképessége a benne oldott anyagok, fizikai szennyezők hatására jelentősen változhat, ami a felhasználhatóságát is befolyásolja. Mérése csak műszeresen végezhető el, ma már igen sokszor folyamatos vizsgálat keretében, monitoring rendszerekben. (A műszerek bemutatásánál utalás történt erre a méréstípusra is.) A mérés a fizikai és kémiai mérések határán

helyezhető el, mindkét fajta mérésnél számításba vehető, veendő. Mivel értéke könnyen alakítható át elektromos jellé, mérése elterjedt.

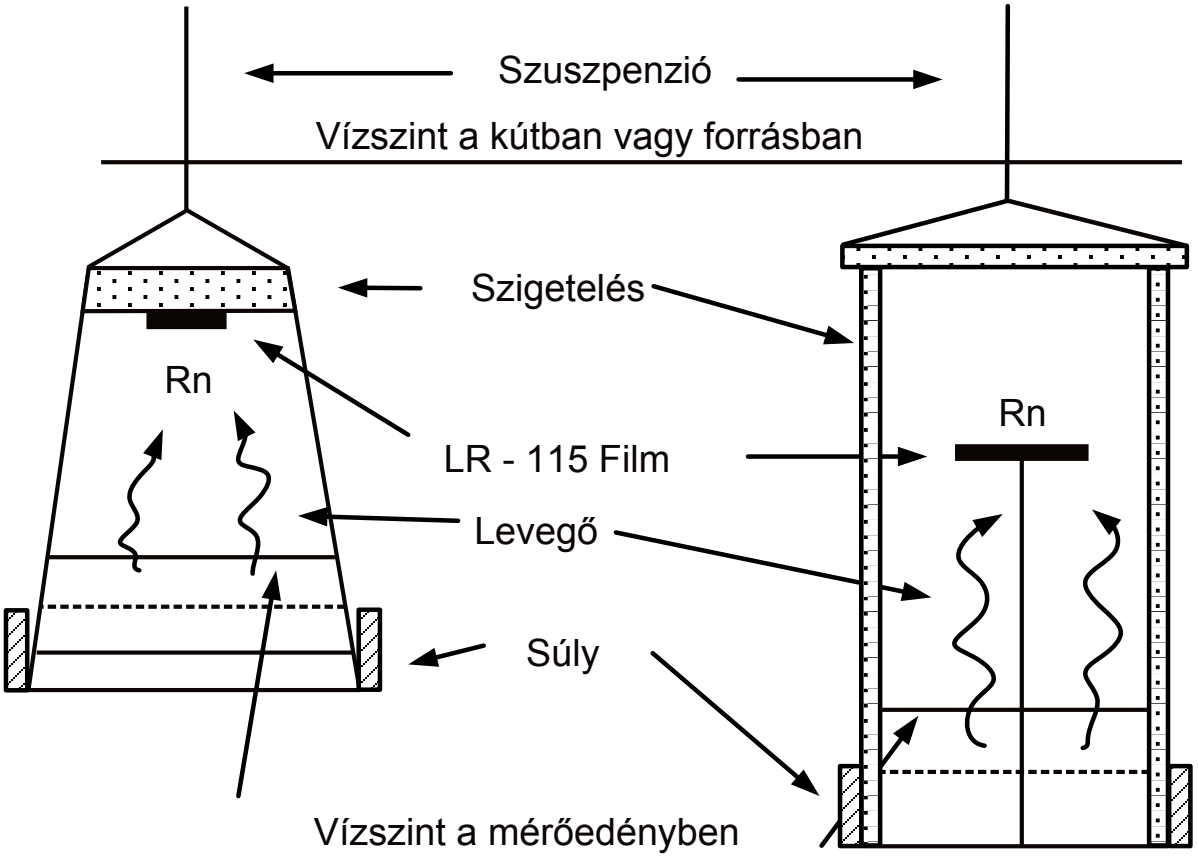
A víz radontartalmának (aktivitáskoncentrációjának) mérése

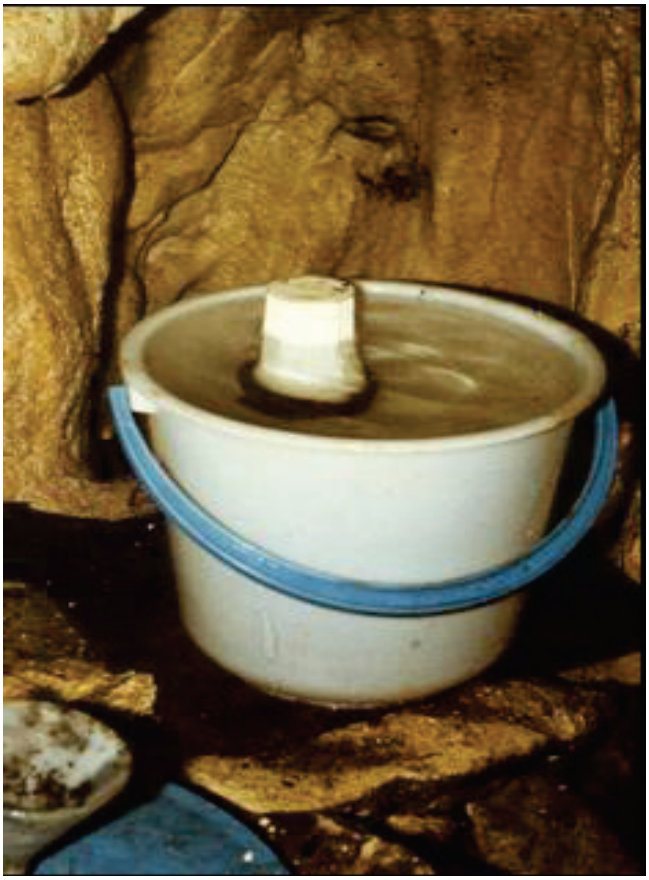
A radon egyik szállító közege lehet a víz, ill. a radon felszín alatti légterekben (bányák, pincék, barlangok) halmozódik fel. Emiatt a digitális, folyamatos terepi mérési módszerét egyszerre célszerű tárgyalni.

3.3.5 – 22. ábra. Talajvízben és bánya légterében lévő radon aktivitáskoncentrációjának folyamatos mérése

A félvezető-detektoros radonmonitorok a levegőben lévő Rn-222 gáz koncentrációjának mérésére szolgál. A mérőtérfogatba diffundáló Rn-222 és alfa-bomló rövidéletű bomlástermékei által kibocsátott alfa-részecskéket egy Hamamatsu fotodióda, vagy egy Canberra PIPS félvezető detektor érzékeli. A programozható integrálási idő alatt érkező impulzusszámot egy adatgyűjtő memóriájában rögzíti. A gyűjtött adatok terepi adatkiolvasóval olvashatók ki, majd számítógépen értékelhetők. Használatos a szilárdtest nyomdetektoros technika is, annak egyszerűsége miatt (3.3.5 – 23. ábra).

Az egycsatornás radonmonitorok mellett többcsatornás, a radon-aktivitáskoncentrációt befolyásoló egyéb paraméterek (hőmérséklet, légnyomás, relatív páratartalom) mérésére is alkalmas műszerek is vannak. (A mérőműszert a DATAQUA 2002 Kft. gyártotta Magyarországon, ma elsősorban az ATOMKI használja. A műszer felhasználási módja hasonló a vízszintmérő műszereknél leírtakhoz.)





3.3.5 – 23. Vizek radon aktivitáskoncentrációjának mérése LR-115 szilárdtest nyomdetektoros technikával; barlangi csepegő vizek mérése

A víz zavarosságának mérése

A víz zavarosságának mérése elsősorban a víztermelő kutak, források vizsgálatánál érdekes. A zavarosságot a vízben lebegő igen finom kőzet-és ásványszemcsék okozzák. Mérése történhet egy átvilágított üveg küvettában, ill. mennyisége megmérhető bepárlással, szűréssel.

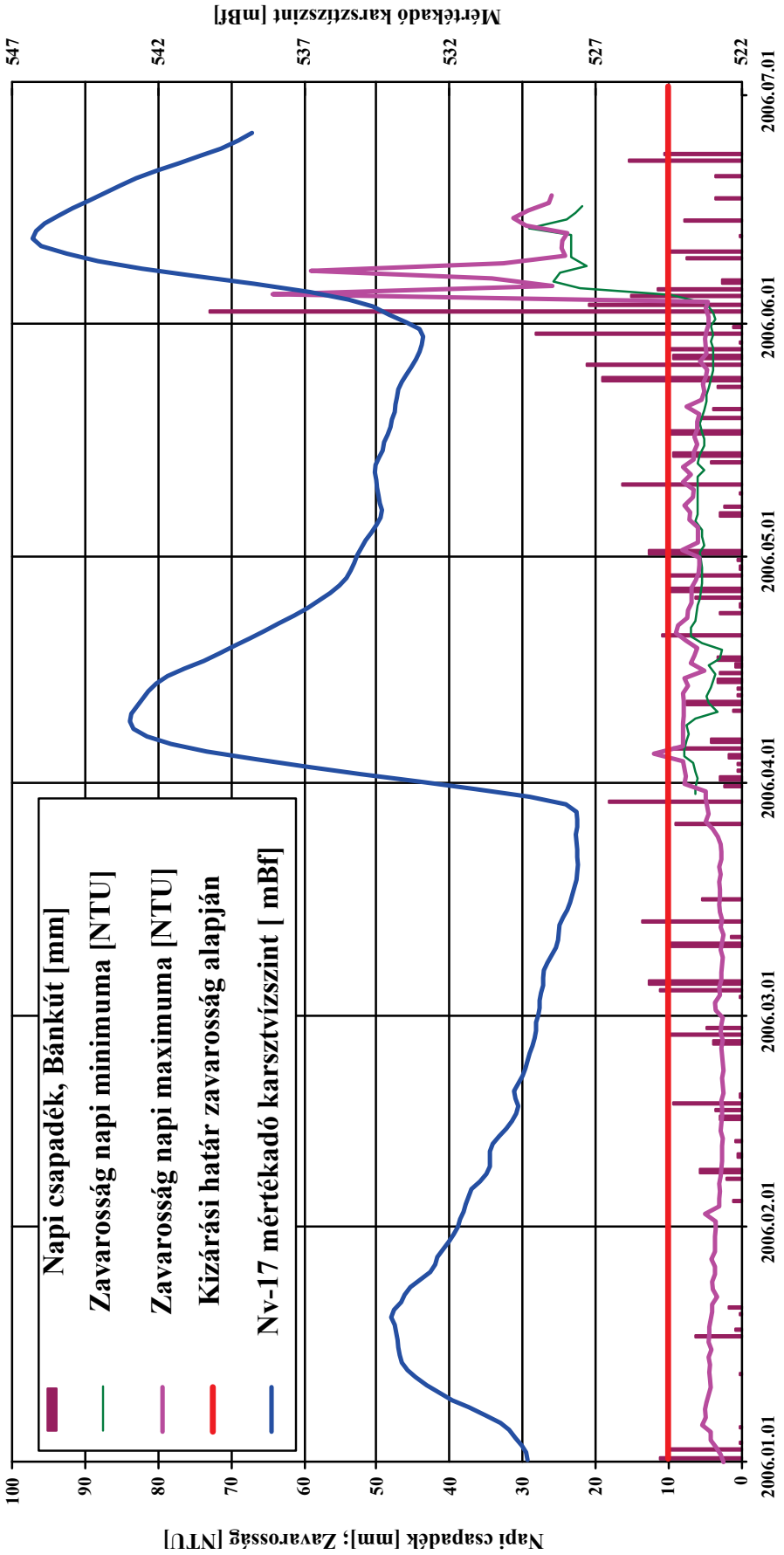
A 2006. évi miskolci nagy vízszennyezéskor mért értékek a 3.3.5 – 24. ábrán láthatók.

A vízben lévő hordalék mérése

A vízfolyások lebegtetett és görgetett hordalékot szállítanak. (Mivel az állóvizekben is van több-kevesebb vízmozgás, hordalékszállítással ott is kell számolni. Sőt, ott még élesebb a kérdés, mivel az egyszer oda lerakott hordalékot az állóvízben kialakult vízmozgások általában nem tudják újra feldolgozni és elszállítani, a probléma megoldása így csakis az emberre marad.)

A hordalék meghatározására hordalék mintavevőket használnak. A legkomolyabb probléma annak a biztosítása, hogy a hordalék mintavevőben a vízsebesség megegyezzék a környezetével. (Ha kisebb, akkor a valós helyzetnél több rakódik le a mintavevőben, ha nagyobb, akkor kevesebb.) A mintavevőben lévő vízben meghatározzák a hordaléktöménységet (g/cm^3, kg/m^3), amiből a vízhozamok ismeretében a hordalékhozam (pl. t/d) számítható.

A hordalék vizsgálata az iszapmérések és a zavarosság vizsgálatánál már történt utalás.



3.3.5 -24. ábra. Forrásvíz zavarosságának vizsgálata a csapadékkal és a karsztvízszinttel

A vízminőségi megfigyelések, mérések

A korábbi fejezetben tettünk utalásokat a vízminőségre, a vízminőség megváltozására utaló jegyek figyelembevételére. (A hidrológia tárgykörében ezek a kérdések nem súlypontiak, viszont a hidrogeológia keretében a vizsgálatuk lényegesen fontosabb. A következő fejezetben a vízminőséggel kissé részletesebben is foglalkozunk.)

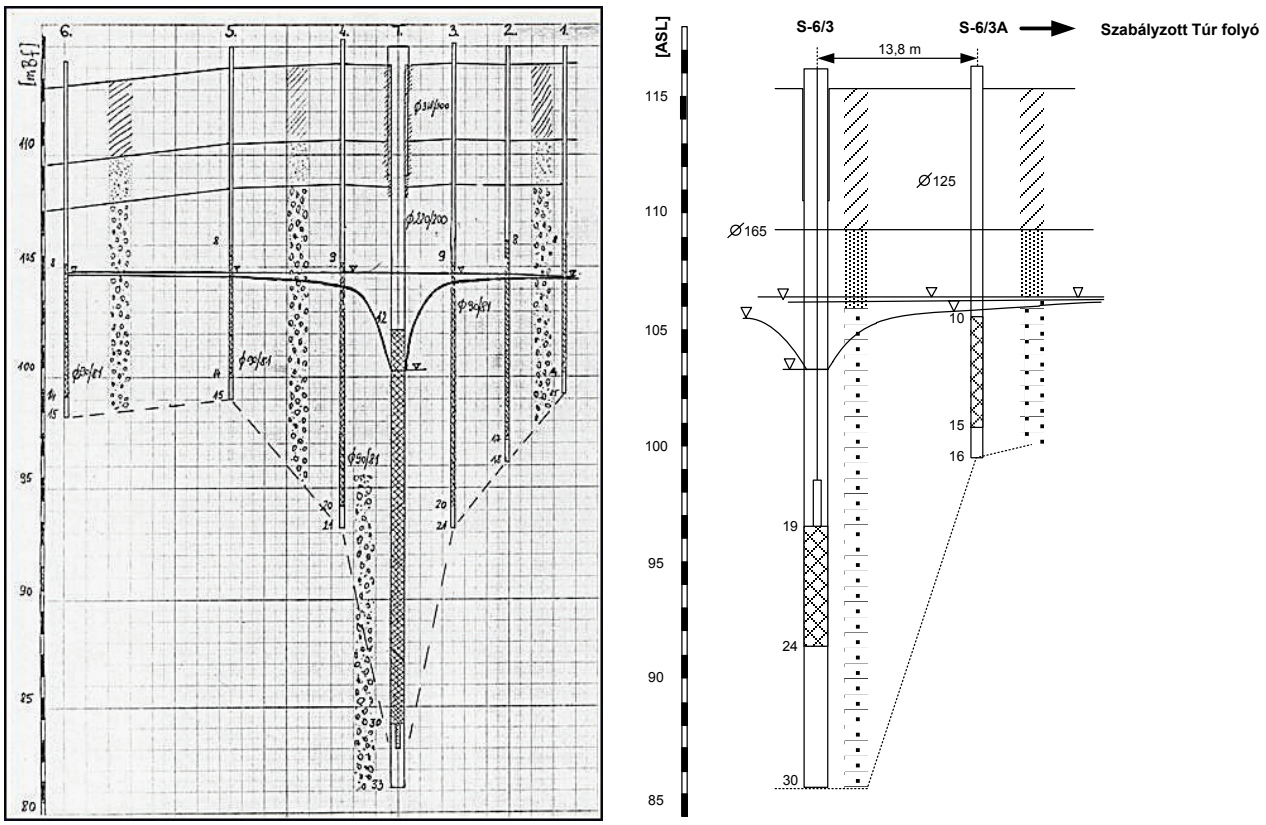
Hidrogeológiai vizsgálatok

A hidrogeológiai vizsgálatok közül az alábbiakat említjük

- szivárgási tényező meghatározására szolgáló próbaszivattyúzás,
- szivárgási tényező meghatározására szolgáló nyeletési vizsgálatok,
- víznyomjelzések

Próbaszivattyúzás

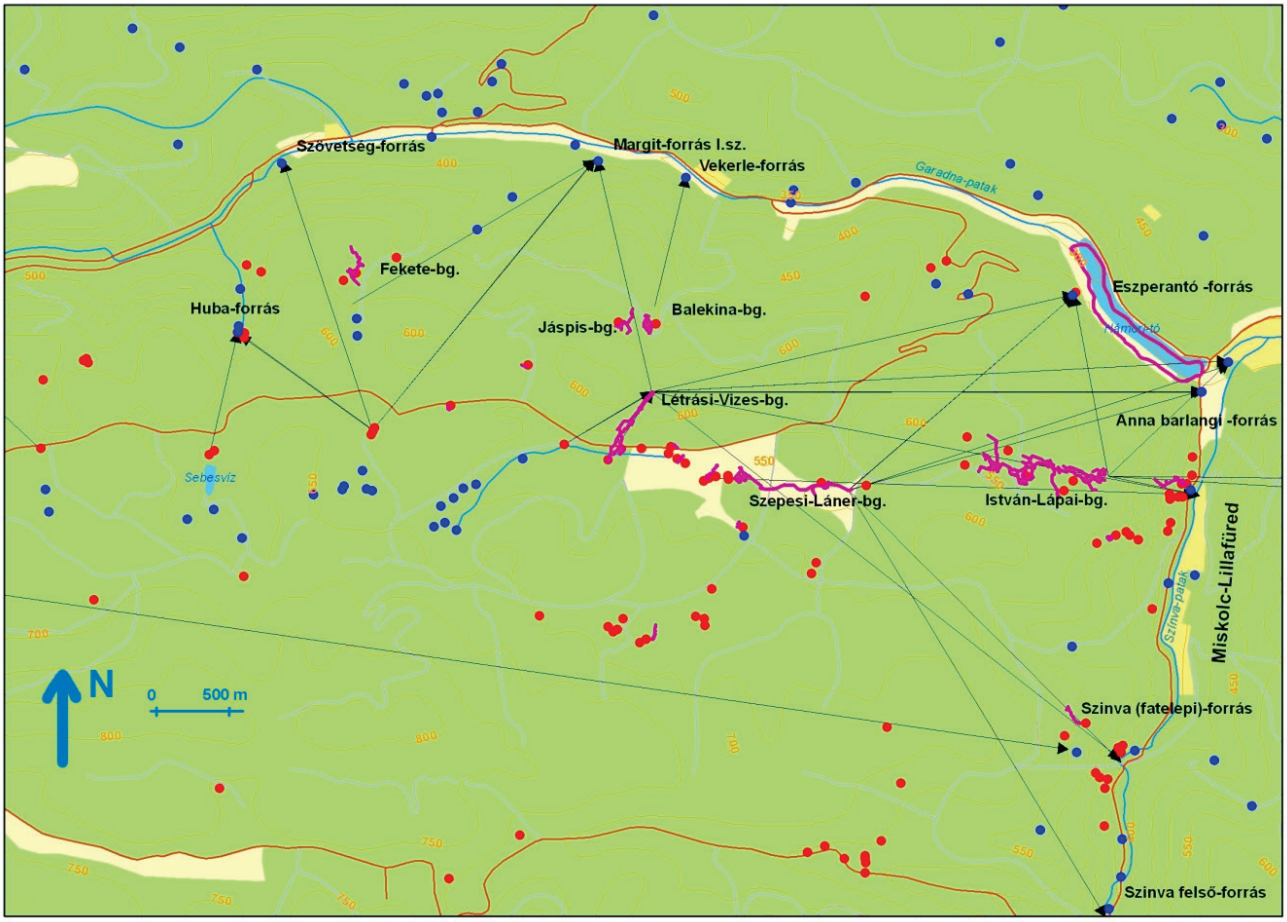
Próbaszivattyúzást szivárgási tényező meghatározása céljából végezhetünk vagy nyomjelző anyag eljuttatásához szükséges depressziót hozunk létre.



3.3.5 – 25. ábra. Depresszió létrehozása nyomjelzési céllal

Víznyomjelzés

Karsztos területen a víznyelők és a források összefüggésének felderítésére víznyomjelzéseket lehet alkalmazni. Ez azt jelenti, hogy a víznyelőbe (esetleg lefúrt kútba) olyan nyomjelző anyagot helyezünk, ami a környezetére veszélytelen, jól kimutatható és olcsó. Ezek lehetnek természetes és mesterséges anyagok. Gyakran használnak kémiai szinezőket, sókat, gyorsan lebomló radioaktív elemeket, spórákat, fehérjeanyagokat stb.



3.3.5 – 26. ábra Víznyomjelzések Létrás környékén (File, 2004)

3.3.5.3. Helyszíni tájékoztató értékű mérések (gyorstesztek)

Az eddig tárgyalt, lényegében fizikai vizsgálatok mellett a hidrogeológiai kutatások sok esetben a következő vizsgálati csoportokkal is foglalkozik:

- vízkémiai vizsgálatok
- bakteriológiai vizsgálatok
- mikrobiológiai vizsgálatok
- makrobiológiai vizsgálatok

Nagyon sokszor nincs lehetőség a teljes körű vizsgálatokra (pl. nincs rá pénz, nem látunk elég indokot a vizsgálat megindítására stb.) s olyankor megelégszünk a tájékoztató jellegű helyszíni gyorstesztek által nyerhető adatokkal. Ezek esetenként kijelölhetik a további kutatások irányait, ill.

a további kutatások megerősítését vagy megszüntetését teszik lehetővé. Nagyon fontos, hogy az adatok közlésénél mindenkor egyértelműen tisztázzuk, hogy a mérési eredmények csak egy gyorsteszt eredményei.

Laboratóriumi vizsgálatok

A hidrogeológiai kutatásoknak egy igen jelentős része a terepen nem végezhető el, viszont a mérésre csak akkor kerülhet sor, ha megfelelő módon és mennyiségben veszünk vízmintát a következő vizsgálatokhoz:

- vízfizikai vizsgálatokra
- vízkémiai vizsgálatokra
- gázkémiai vizsgálatokra
- bakteriológiai vizsgálatokra
- mikrobiológiai vizsgálatokra
- makrobiológiai vizsgálatok
- radiológiai vizsgálatokra

Ezek a vizsgálatok általában jól felszerelt laboratóriumot kívánnak meg. Ma már az esetek jelentős részében a laboratóriumok akkreditációja alapkövetelmény. (Vannak esetek, amikor erre nincs szükség, de problémás esetekben csak akkreditált laboratóriumból származó adatokat szabad felhasználni.) Az esetek döntő többségében már a mintákat is a laboratórium alkalmazottai veszik, mivel annak szabályai is nagyon kötöttek.

Ezek a vizsgálatok egy-egy időpontra vonatkozóan adnak információt, így az időpont és a mérési módszer feltüntetésére mindig szükség van.

A laboratóriumi vizsgálatok szabványosítva vannak, elvégzésüket és gyakoriságukat általában hatósági előírások szabályozzák.

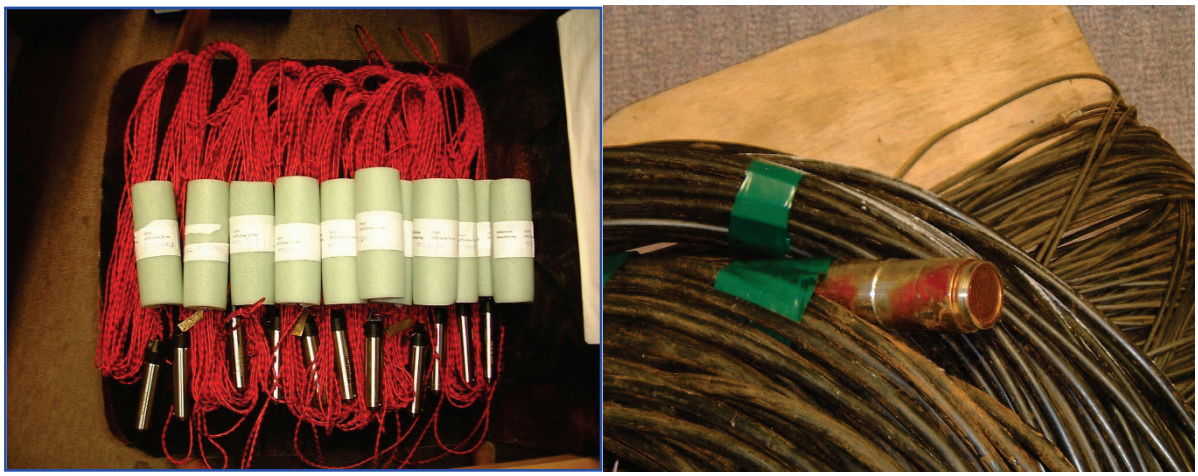
3.3.6 Felszín alatti vízmérőrendszer bemutatása

A műszer(park) kiválasztása, telepítése és működtetése kérdéseinek megválaszolását a Miskolci Egyetem Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Tanszéken működtetett Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer bemutatásával folytatjuk a 3.3.4. fejezetben megkezdett „információszerzés fázisai” című projekt folyamatos tárgyalásával.

A rendelkezésre álló pénzeszközök tisztázása

A mérések peremfeltételeinek megállapításához erre feltétlenül szükség van, hiszen a mérések során használt eszköznek-eszközöknek esetenként igen jelentős ára van (meglévő műszerek esetén ezzel

természetesen nincs gond). Ezeket telepíteni kell, az adatokat ki kell nyerni (embert kell fizetni a kimenetelhez, gépkocsi költséget kell biztosítani a kijutáshoz, esetleg zöldkárt kell fizetni, mert letapostuk a terményt. A műszerek meghibásodhatnak, s akkor javíttatni kell, ellophatják s akkor meg kell próbálni pótolni azokat. Az adatok feldolgozásához eszköz és ember kell, aminek szintén van (lehet) költségigénye. Más lesz a költségigény egy egyszeri mérés, és más lesz a költségigény egy sokéves méréssorozat esetén. (Ez utóbbinál nyilván az a fontos, hogy a pénzeszközök a megfelelő időben álljanak rendelkezésre, a méréssorozat megindításakor egy megbízható ígérvény is elégséges lehet.) Mindent összevetve, ezekkel a tényekkel egy mérés indításakor feltétlenül számolnunk kell, mégha ez nem is szorosan vett szakmai kérdés.



3.3.6 – 1. ábra. Mérésre előkészített vízszintmérők; szokatlan elszíneződés a szondafejen

A pénzeszközök felderítésénél, optimális felhasználásánál, az elszámolás elkészítésénél mindenképpen célszerű pénzügyi szakembert keresni, ill. a véleményét kikérni és annak megfelelően dolgozni.

A mérési lehetőségek jogi feltételeinek tisztázása

Ez is egy olyan kérdés, amivel bár nem szorosan vett szakmai kérdés, mindenképpen foglalkozni kell.

Szükséges-e valamilyen engedély a méréshez (az engedélynek ára lehet). Ha van engedély, akkor pl. kitől és hogyan tudjuk megszerezni az odavezető úton lévő sorompót nyitó kulcsot, milyen időszakban tudunk mérni (pl. őszi vadászati idényben nem célszerű este kimenni a figyelőkút adatait leolvasni). Ismerni kell a jogainkat is, mert pl. egy vízmegfigyelő kutat mindenki köteles eltűrni ugyan a területén, de azért az sem baj, ha inkább vigyáz rá, s nem a megszüntetése irányába tevékenykedik. (Azaz nem árt a diplomáciai érzékünket is igénybe venni s ennek megfelelően megkeresni azokat a momentumokat, ami nekünk és a tulajdonosnak – esetenként a megbízónak – is a legjobb.)

A jogi lehetőségek felderítésénél, optimális kihasználásának érdekében mindenképpen célszerű (víz)jogi szakembert keresni, ill. a véleményét kikérni és annak megfelelően dolgozni.

A műszer kiválasztása, telepítése, működtetése

Ez a kérdéscsoport már a szigorúan vett hidrológiai szakmai problémamegoldások közé tartozik. Egy nagyon jellemző méréstípuson – a felszín alatti vizek vízszint, vízhőmérséklet és elektromos vízvezetőképességének mérésein – keresztül kerül bemutatásra ez a kérdéskör, alapvetően műszerismertetés keretében.

A felszín alatti vízszintek meghatározására szolgáló regisztráló berendezésekből egy-két példát az alábbiakban mutatunk be. Egyrészt majdnem mindegy, hogy milyen műszerekről beszélünk részletesebben, hogy a felhasználhatóságát megértsük, másrészt a Miskolci Egyetem Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Tanszéken ezen műszerek vannak „rendszerbe állítva" a Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer keretében.

Az első esetben egy olyan műszercsalád jellemzőket mutatunk be, ahol a külszíni légnyomásváltozás hatását magában a műszerben megoldották egy „légzőkábellel", a másik esetben pedig a külszíni légnyomásváltozás hatásának meghatározására a vízben lévő műszerhez egy levegőben függő műszert kell kiegészítőként alkalmazni.

A légzőkábeles jellegű digitális regisztráló berendezések

A ***vízszint- vízhőmérséklet- és vezetőképesség regisztráló*** műszert elsősorban vízgazdálkodási alkalmazásra fejlesztették ki:

- talaj- és rétegvíz megfigyelő kutak,
- felszíni vízfolyások,
- termelő kutak,
- tározók

vízszintjének, vízhőmérsékletének és vezetőképességének elektromos hálózattól függetlenül, telepes berendezéssel történő regisztrálására, a hozzá tartozó ***adatkinyerővel*** és ***feldolgozó programmal*** a mérési adatok számítógépes feldolgozására és archiválására.

A rendszer főbb részei:

- **Terepi mérő berendezés**
  - Érzékelő szondák (nyomás, vízszint, hőmérséklet, vezetőképesség)
  - Adatgyűjtő (**MDU**)
- **Hordozható Adatkinyerő Egység (DRU - adatkinyerés)**
- **IBM PC kompatibilis számítógép (adatfeldolgozás)**

A megfigyelőhelyen telepített terepi mérőberendezés vízbe merülő ***szint- és hőmérséklet érzékelő szondája*** alakítja át a mérendő fizikai mennyiséget digitális elektromos jellé. A ***szondát*** speciális, a légnyomásváltozást kiegyenlítő „***légzőkábel***" köti össze a víz felszíne fölé függesztett ***adatgyűjtővel***

(MDU), amely a mérési időpontok időzítésére, a pontos mérési adatok kiszámítására, tárolására, illetve adatkinyerésnél az adatok átadására szolgál. Az adatgyűjtőt ***függesztő (kommunikációs) kábellel*** lehet a megfigyelőhelyre leengedni.

A mérőberendezések programozása és az adatok kinyerése interfészen keresztül ***adatkinyerő*** (***Laptop*** + ***program***) segítségével történik.

A szonda illetve az adatgyűjtő memóriájába a gyártás és kalibrálás során bekerülnek a műszert azonosító gyártási adatok és kalibrálási táblázatok. A telepítés, beépítés során a felhasználó megadja a mérőhely nevét, a kiinduló adatokat; a dátum és az idő pedig automatikusan beíródik.

A műszer felszerelését követően az ***adatkinyerővel*** végrehajtott telepítés befejeztével az adatgyűjtő órája a beprogramozott mérési időnek megfelelően „felébreszti" a mikroprocesszort, amely elvégzi a mérést, a kalibrálási táblázat alapján kiszámolja a pontos értékeket és elhelyezi a memóriában. Ez egy olyan áramkör, amely kikapcsolás után (tehát az elem lemerülése vagy cseréje alkalmával) is, akár évtizedekig megőrzi tartalmát. Adatkinyeréskor az adatok fizikailag nem kerülnek törlésre, hanem folytatólagosan kerülnek lerakásra. Amikor a memória betelt, az elrakás az elején folytatódik, ettől kezdve ***a tároló mindig a legutolsó mérési adatokat tartalmazza***, akkor is, ha közben újra telepítették a műszert (megváltoztatták a kiinduló adatokat). Ha tehát az adatok akár kinyerés, akár feldolgozás közben megsérülnek, vagy a műszer meghibásodik (vagy tönkremegy, de a memória ép marad), ***az adatok bármikor újra kinyerhetők és maradéktalanul visszaállíthatók***.

A mérési idő széles határok közt – 1 perc … 10 nap időintervallumban – programozható, de megadható napi egy vagy napi kettő mérési időpont is. Beállítható az is (45 nappal előre), hogy mikor történjen az első mérés.

A méréskor (terhelt állapotban) a mikroprocesszor megméri a telep feszültségét is, adatkinyeréskor pedig kijelzi az állapotát (az energia százalékában) és figyelmeztet a csere szükségességére. Az elemcsere elvégzése terepi körülmények között, a felhasználó által is elvégezhető. Az alkalmazott alkáli vagy lítium elemmel ***a műszer öt-tíz éven keresztül képes működni elemcsere nélkül***, mert számottevő áramfogyasztás – a korszerű áramkörök használatának köszönhetően – csak a mérés ideje alatt van.

A Windows alatt futó felhasználóbarát ***WAquaCom program*** alkalmas a terepi berendezés programozására (telepítés, mérés, adatkinyerés) és a ***PSION adatterminál***lal vagy a korábban gyártott DATAQUA műszerekből ***HNS Miniterminál***lal kinyert adatok beolvasására, feldolgozására is.

A feldolgozáskor előáll a műszert azonosító ***Ident***, a mérőhelyet azonosító ***Fejléc (Head)*** az adatsor legfontosabb üzemi jellemzőivel és az esetleges hibaüzenetekkel, ***Táblázatban*** a mért adatok a

mérés idejével és megtekinthető az adatok ***Grafikon***ja. Az adatok konvertálhatók szöveges, Excel, DBF, HTML, HAFTER illetve grafikus formátumba. Kérhető napi egy kiválasztott időpont adatsora vagy napi átlag is.

A mérőrendszer jellemző adatai a következők: Mérési tartomány; túlterhelhetőség; mérési hiba; mérés felbontás; kompenzált hőmérséklettartomány; hosszúidejű stabilitás; beállítható mérési gyakoriság; előreprogramozott indítási idő; adattárolási kapacitás; működési hőmérséklettartomány; működés telepcsere nélkül; mért adatok tárolása telepcsere nélkül; beépített kvarcóra pontatlansága; interfész; adatátviteli sebesség; kommunikációs csatlakozó; függesztő (kommunikációs) kábel; speciális (légző-)kábel hossza; szonda átmérő, hossz, anyag; védettség; csatornák száma. (Ezek az értékek a különböző műszergyártók szerint eltérőek, a megfelelő műszerek kiválasztása a méréshez illeszkedően történhet.)

Az alkalmazott szintmérési elv – a piezorezisztív nyomásérzékelés

A szintérzékelő szonda piezorezisztív nyomásérzékelőt használ. Az érzékelő egy szilíciumlapkán kialakított ellenállás-mérőhíd, melyet stabilizált tápfeszültséggel kell megtáplálni, és a kimenetén a szilíciumlapra ható erőhatással (hidrosztatikus nyomás) arányos feszültségkülönbség jelenik meg.

A kiadott kimenőjel sajnos erősen hőmérsékletfüggő is. Ennek oka, hogy a szilíciumlap rugalmassági modulusa, továbbá a lapon kialakított ellenállások elektromos ellenállásértékei hőmérsékletfüggők. A szenzorgyártók a jelentős hőmérsékleti hiba kompenzálásához a szilíciumlapkával jó termikus kapcsolatban lévő és csak a hőmérséklettől függő ellenállás-hőmérőt is beépítenek.

A gyártók által javasolt kapcsolással elérhető, hogy a szonda kimenőjele közel hőmérséklet független legyen. Ezekkel az analóg kompenzáló hálózatokkal azonban teljesen hőmérséklet-független, tökéletes kompenzálás nem érhető el. A hőmérsékletérzékelő és a nyomásérzékelő hőmérsékleti karakterisztikája ugyanis kismértékben mindig eltér egymástól. További hibát okoz, hogy az érzékelő mechanikai beépítésénél, tömítésénél a mechanikai hatásokra rendkívül érzékeny szenzorra az erőhatások hőmérsékletfüggően hatnak.

A gyártók hibakompenzációt használnak, így megvalósítható a kívánt pontosságú mérés. Az elérhető mérési pontosságot a kalibráló eszközök pontossága, az érzékelő mérés reprodukáló pontossága (hiszterízis hibák), továbbá a szenzor hosszú távú stabilitása határozza meg.

Az alkalmazott szintmérési elv – a hidrosztatikai nyomás alapján

A műszer érzékelője nyomást mér, így – ha folyadékszint mérésre akarjuk használni – figyelembe kell venni, hogy a folyadékba merített érzékelő szonda a felette lévő folyadék hidrosztatikai nyomását méri. Ha folyadékszint magasságra akarjuk a nyomást átszámítani, legfontosabb

tényezőként a folyadék sűrűsége jön számításba. (A megadott értékek + 4,00 °C-os 1,000 g/cm^3 sűrűségű, teljesen tiszta vízre vonatkoznak.)

A természetes vizek sűrűsége a benne oldott ásványi sók, oldott gázok koncentrációjától, valamint a víz hőmérsékletétől függ, melyet – ha a tényleges pontos szint mérése a kívánatos – mindig figyelembe kell venni.

További szintmérési problémát okozhat a folyadék erős áramlása, keverése, vibrációja, hullámzása. A hatások ellen a szonda megfelelő beépítésével, mechanikus árnyékolásával lehet védekezni. A pontos mérés elengedhetetlen feltétele az érzékelő szonda elmozdulás-mentes beépítése! Felszíni vizek téli befagyásakor a szonda a jég nyomásától megsérülhet, ezért telepítéskor célszerű gondolni erre és mélyebben – a várható jéghatár alá – beépíteni a szondát.

A műszer szokásos elhelyezése

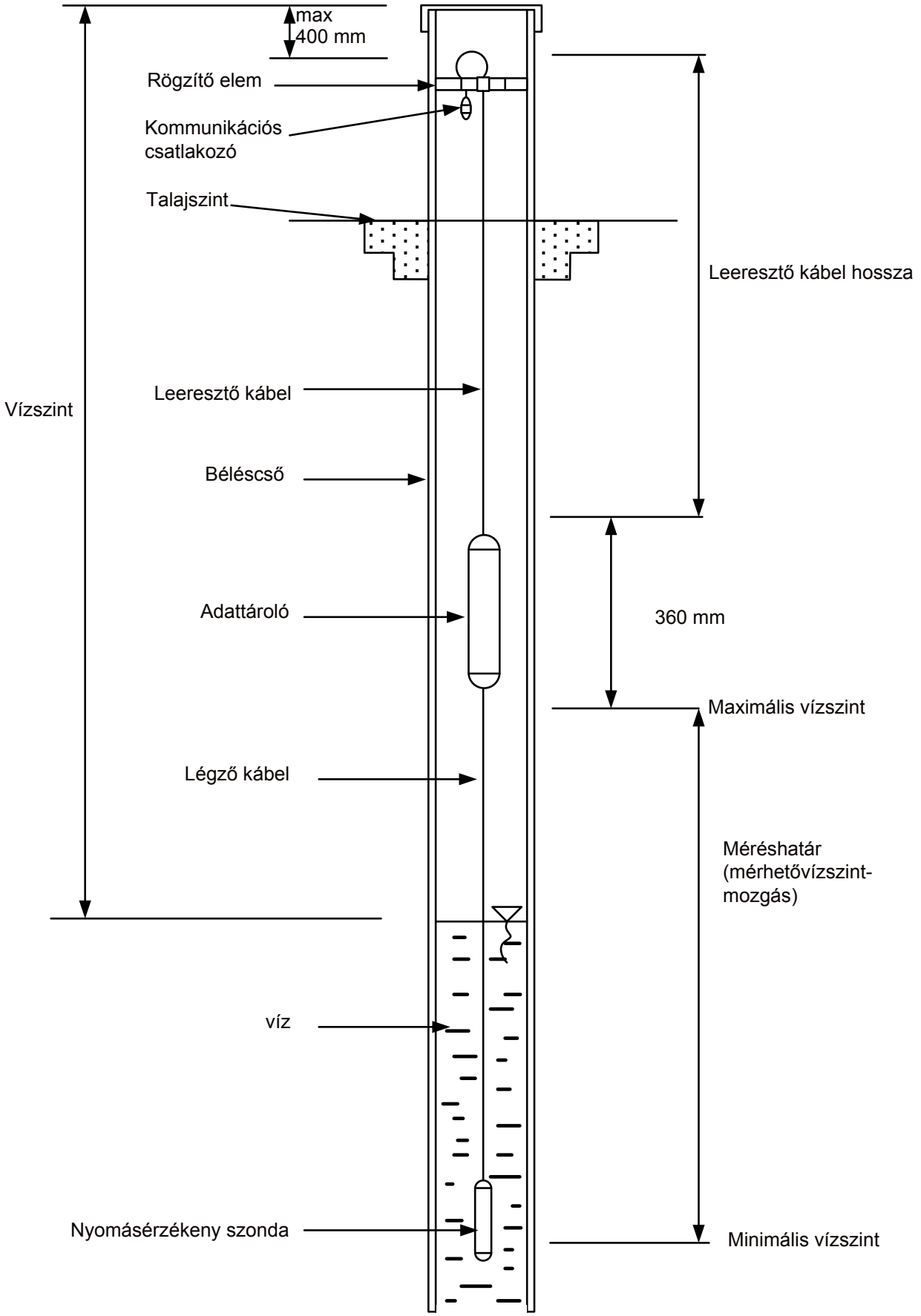
A műtárggyal szembeni követelmények

- A berendezés telepítéséhez a megfigyelőkutat különösebben előkészíteni, átalakítani nem szükséges.
- A műszer legnagyobb átmérője 50 mm, ennél nagyobb átmérőjű béléscsőben elhelyezhető. Az elhelyezést nem zavarja, ha a béléscső ferde.
- 50 mm-nél kisebb, de legalább 30 mm átmérőjű béléscső esetén a berendezés úgy is elhelyezhető, hogy az adatgyűjtő a béléscsövön kívül marad. Ilyen esetben a légzőkábelt a víznívó alapján kell méretezni.
- Követelmény, hogy a műszer elhelyezését kútba hullott tárgyak ne zavarják, a vízszint kézi mérőeszközzel pontosan mérhető legyen.
- Fontos a kút biztonságosan zárhatósága. Erre a szokásos kútsapka megfelel.
- A berendezés rögzítése általában a függesztőkábel megfogásával történik. A rögzítőkapocs a béléscső vagy a védőcső oldalán elhelyezett kampóba akasztható vagy meghajlítva a csőperemre.

A telepítéshez szükséges eszközök

A műszer kezelőszervet és kijelzőt nem tartalmaz, ezért kezeléséhez külön eszköz (***DRU –Laptop + program)*** is szükséges. (Elképzelhető, hogy a Laptopnak nincsen soros portja, hanem csak USB. Ez esetben soros/USB átalakítóra van szükség.)

A műszer az érzékelő szonda felett lévő víz hidrosztatikai nyomását méri, ezért rendkívül fontos, hogy a telepítésnél a berendezést úgy rögzítsük, hogy később se mozdulhasson el, mert ez mérési hibát okoz.



3.3.6 – 2. ábra. Folyamatosan mérő-rögzítő mérőműszer elhelyezési sémája

A műszernek kiinduló adatként meg kell adni a telepítéskori vízszintet, ehhez egy pontos ***kézi vízszintmérő*** szükséges. A műszer függesztő kábele acélbetétes, ezért a kábel későbbi, a műszer mérési pontatlanságával összemérhető mértékű megnyúlásával nem kell számolni. Ha a megfigyelőkút béléscsövezésének belső átmérője 60 mm-nél kisebb, a vízbe merülő szonda (vízkiszorítása révén) a mérési pontatlanságot meghaladó mértékű szintnövekedést okozhat, ilyenkor meg kell várni a nyugalmi vízszint beállását.

A lehetséges telepítési módok az alábbiak lehetnek:

- Nyomásérték (bemerülés): Ilyenkor a műszer a szonda feletti vízoszlop magasságát tekinti mérési eredménynek, ez természetesen csak pozitív érték lehet. Kiinduló adatot nem kell megadni.
- Felszíni víz (vízmérce): Kiindulási vízszint a beépített vízmérce által mutatott érték, ennek megfelelően a mért adat pozitív és negatív érték is lehet.
- Relatív nívó (talajvíz): Az induló adat a csőperemtől mért vízszint, pozitív érték, csökkenő vízszintnél nő.
- Abszolút vízszint (rétegvíz): Kiinduló adat a vonatkoztatási ponttól mért vízszint. Meg kell adni a vonatkoztatási pont Z-koordinátáját is. A regisztrált vízszint adat a tengerszint feletti érték (Z-koordináta – vízszint), lehet negatív is.

Adatkinyerés, teendők üzemelésnél

A magára hagyott, megfelelően telepített műszer a beállított gyakorisággal méréseket végez és a mért értékeket memóriájában gyűjti.

Célszerű minimálisan félévente a telepítésnél használt szintmérő eszközzel ellenőrizni a tényleges szintadatot és összevetni a készülék által mért értékkel. Ha a műszer mérési pontatlanságát meghaladó mértékű eltérés van, a gondosan elvégzett ellenőrző mérés szintadatának beírásával pontosíthatjuk a műszer működését. Ha egy hónap múlva ismét a megengedettnél nagyobb eltérés mutatkozik, a készüléket ki kell építeni, mert javításra vagy újrakalibrálásra szorul. (A tényleges kiolvasási gyakoriságot – adatkinyerési gyakoriságot – a mérés, ill. vizsgálat jellege szabja meg. A Miskolci Egyetem Karsztvízszint Észlelő Rendszere megfigyelő helyein a mérési gyakoriság 15-60 perc, a kinyerési gyakoriság 1-3 hónap, a mérési hely fontosságának függvényében.)

Karbantartás, telepcsere, javítás

A sikeresen telepített berendezés különösebb karbantartást a továbbiakban nem igényel.

Telepcseréhez a berendezést a megfigyelőhelyről ki kell emelnünk. Mielőtt a műszert visszaengednénk a mérőhelyre, feltétlenül végeztessünk egy ellenőrző telepfeszültség-mérést a DRU-val, hogy meggyőződjünk a berendezés működőképességéről. Új elemek esetén 95 … 100 %-ot kell kapnunk a telep állapotára.

Engedjük vissza a műszert ***pontosan az eredeti helyére*** és kérjünk egy szintmérést. Eredményét hasonlítsuk össze az elemcsere előtt végrehajtott méréssel. Mivel mozgattuk a berendezést, egy-két centiméter eltérés elképzelhető, de ha ennél nagyobb lenne, akkor újra kell telepíteni a műszert.

GSM és GSM interfész alkalmazások

A mérni kívánt fizikai paramétert elektromos jellé alakító különféle ***szondák*** csatlakoznak a ***Mérő- és adatgyűjtő egység***hez, ami most egy ***GSM modemmel*** lett kiegészítve, amelynek segítségével a berendezés a GSM hálózaton keresztül képes a központban elhelyezett számítógéppel kommunikálni, mérési adatokat küldeni és parancsokat fogadni.

A DATAQUA-2002 GSM modellek kitűnően alkalmazhatók:

- folyamatos adatszolgáltatást igénylő,
- nehezen vagy gazdaságtalanul megközelíthető,
- adott paraméter határérték figyelését igénylő,
- infrastruktúra nélküli és
- rendkívüli adatbiztonságot követelő megfigyelőhelyeken.

A műszer különösen alkalmas belvízveszélyes területen működő talajvíz-megfigyelő kutakban való alkalmazásra, ahol nincs elég idő a regisztráló műszerrel felszerelt kutak által gyűjtött adatoknak a mérőhely felkeresésével járó kiolvasására.

A berendezés – a GSM modemmel és a táplálásához szükséges akkumulátorral együtt –elhelyezhető a megfigyelőhely legalább 120 mm átmérőjű védőcsövében, a GSM antenna pedig a kútsapka tetején, a rongálástól védő forgási paraboloid alakú műanyag burkolat alatt.

A műszer további bemenetekkel is rendelkezik, így képes csapadékmérőhöz tartozó billenőedény jeleinek fogadására, a leesett csapadék mennyiségének regisztrálására és nagyobb mennyiségű csapadék esetén riasztásra is.

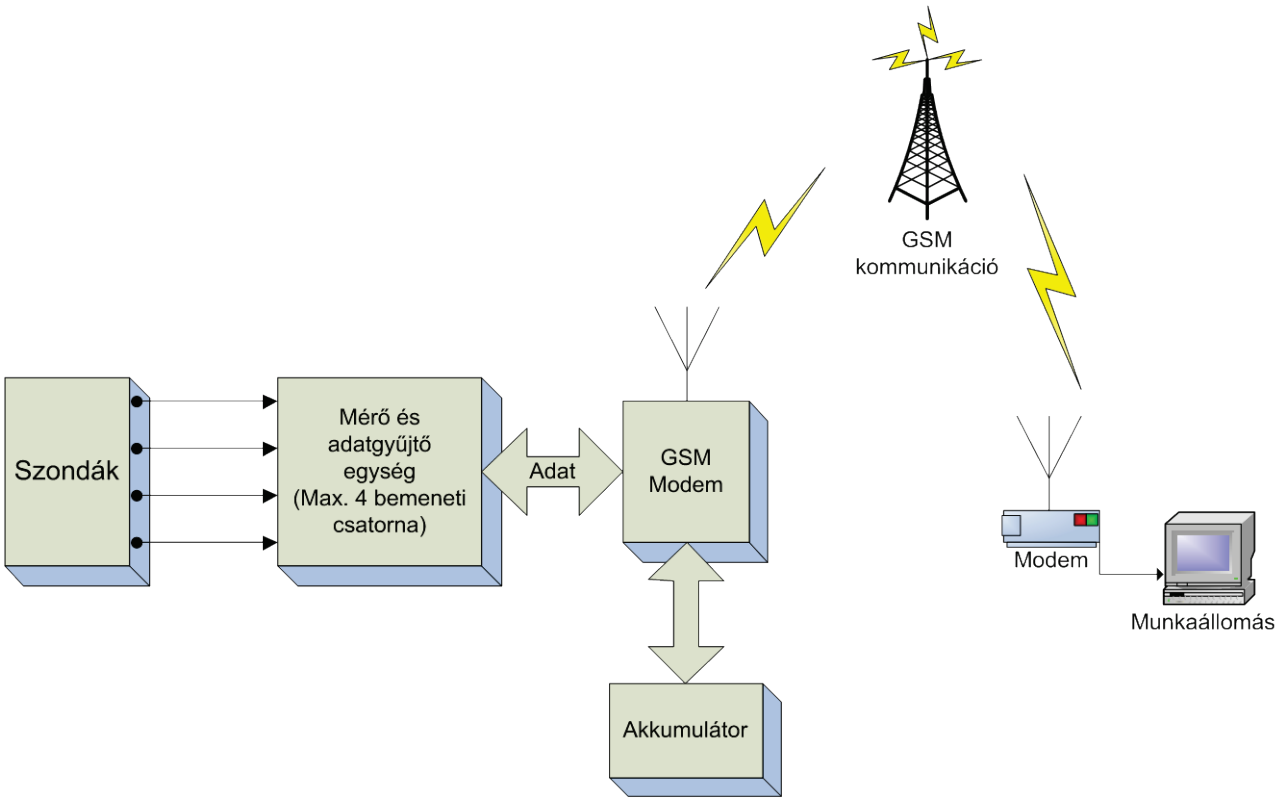
A DA23 GSM modellek programozási lehetőségei:

A berendezés számára megadható

- ***hívásfogadási időszak:***
  mely időpontokban legyen „ébren”, vagyis várjon a központ hívására
- ***kritikus időszak:***
  amely időszakban a műszer rendszeresen – óránként – jelentést tesz
- ***riasztási szint:***
  mekkora szint (mért érték) elérése esetén küldjön riasztást jelző SMS-t előre megadott telefonszámokra (maximum 10 riasztási esemény, riasztási szint definiálható)

- ***jelentési időszak:***
  mely időpontban küldje el a pillanatnyi mérési eredményt szöveges SMS formátumban a megadott telefonszámokra.

A terepi műszer az adatokat a jelentési időszakban, olvasható SMS formátumban elküldi a felügyeletet végző(k) GSM telefonszámaira.



3.3.6 - 3. ábra. GSM adat továbbító rendszer

A légzőkábel nélküli digitális regisztráló berendezés

A DIVER® mérő-adatgyűjtő egységgel (datalogger-el) a víz fizikai jellemzői közül a vízszintet, vízhőmérsékletet (TD-Diver), ill. ezeken kívül a víz vezetőképességét (CTD-Diver) lehet mérni egy mérő-adatgyűjtő egységgel (dataloggerel). További lehetőségként kémiai jellemzők – pl. oxigéntartalom meghatározására (OTD-Diver) – ill. meteorológiai állomásokon szokásos jellemzők mérésére is alkalmazhatók. A mért adatokat adatgyűjtőben tárolja annak kinyeréséig, de van lehetőség a mérőrendszer távérzékelő és távadó modulokkal való felszerelésére.

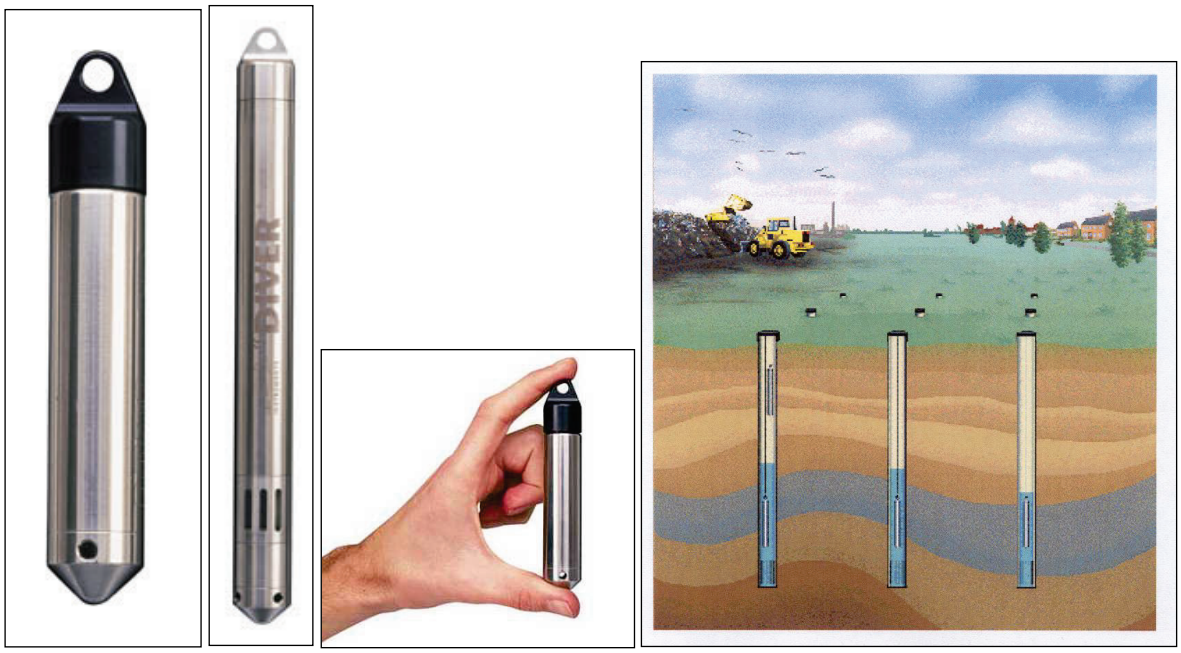
A DIVER® mérő-adatgyűjtő egység egy kisméretű, kompakt mérőeszköz. A rozsdamentes acél tokon belül található a hőmérséklet- és nyomás érzékelő (szenzor), az elem, az adatgyűjtő és az adattovábbító részegység. A nyomás közvetítésére egy furat szolgál a mérőeszköz alján. A mérőeszköz tetejét műanyag kupak zárja le, amelyben egy lyuk a mérő-adatgyűjtő egység

felfüggesztését szolgálja. A műanyag kupak lecsavarásával nyílik lehetőség mérő-adatgyűjtő egységből a tárolt adatok kinyerésére.

Az ilyen típusú műszerek esetében a vízszintváltozás nyomon követésére a külszíni légnyomásváltozás hatásának meghatározására a vízben lévő műszerhez egy levegőben függő műszert (Baro-Diver) kell kiegészítőként alkalmazni.

A DIVER® mérőrendszer minimálisan egy hőmérséklet- és nyomásérzékelőből (TD-Diver-ből), egy légnyomás-érzékelőből (Baro-Diver-ből), egy Diver kiolvasó egységből, egy kiolvasó programból és egy számítógépből áll.

A terepi mérésekhez a mobil számítógép a praktikus. Ha ez nem áll rendelkezésre, vagy pl. barlangi körülmények miatt nem ajánlatos a használata, akkor a DIVER® mérő-adatgyűjtő egységet kell szállítani a számítógéphez. Létezik a terepi adatkinyeréshez használatos átmeneti tárolóként szolgáló mini-számítógép – Diver-Mate – is. Ez esetben a terepen kinyert adatokat átmenetileg a Diver-Mate tárolja, ebből kell átvinni a feldolgozó számítógépbe.



3.3.6 – 4. ábra. Eijkelkamp DIVER® mérő-adatgyűjtő (TD) és mérőrendszer

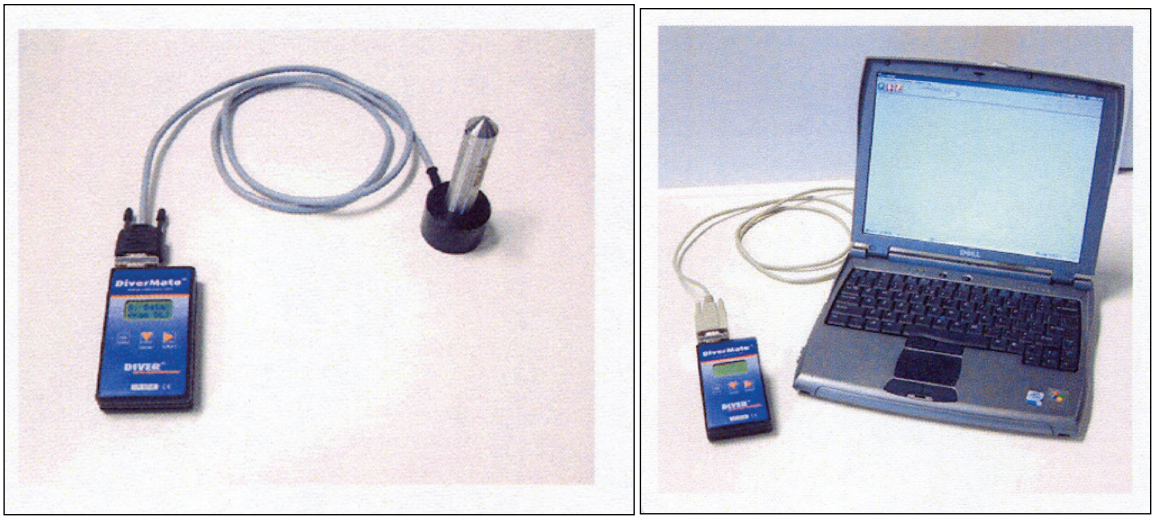
A mérőrendszer összeállításánál fokozott figyelmet kell fordítani a csatlakozó portok milyenségére. Mivel a kiolvasó egység, a Diver-Mate és a számítógépek is soros és/vagy USB portokkal készülhet, azok illeszthetőségét a rendszer összeállításánál maximálisan figyelembe kell venni.

3.3.6 – 5. ábra. Eijkelkamp DIVER® mérő-adatgyűjtő (TD, ill. CTD) és mérőrendszer és kiolvasó egységei

A DIVER®mérő-adatgyűjtő egységeket a kutakban, forrásokban, egyéb felszín alatti vízterekben lévő elektromos szivattyúk nem zavarják. Adatvesztéssel emiatt nem kell számolni, mivel a mérő-adatgyűjtő egységek tokja Faraday-kalitkaként viselkedik és megvédi a benne lévő részegységeket.

A DIVER®mérő-adatgyűjtő egységet kalibrálni nem kell, de az adatok kinyerésénél a kézi ellenőrző mérések elvégzésére szükség van. Ezekkel az ellenőrző mérésekkel a folyamatos mérési adatokból származó görbék illesztését pontosíthatjuk. (Mint minden mérésnek, ennek is lehetnek hibái. Ezek felderítésében nagyon sokat segíthetnek az ellenőrző, kézi – más módszerrel végzett – mérések.)

Jól ismert, hogy a légnyomás változása általában nagyobb területeket azonosan érint. Emiatt ha egymás közelében (max. 30 km távolságban, közel azonos terepszinten) több megfigyelőkútban helyezünk el TD-Diver-t vagy CTD-Diver-t, esetleg OTD-Diver-t, akkor a külszíni légnyomásváltozás nyomon követésére elégséges egy Baro-Diver mérő-adatgyűjtő egység.



3.3.6 – 6. ábra. Eijkelkamp DIVER® (TD) és Baro-Diver mérő-adatgyűjtő, interfész, PC, valamint Diver-Mate kiolvasó mérőrendszer

A DIVER®mérő-adatgyűjtő egység számára a telepítéskor megadhatjuk a tengerszint feletti magasságot, a mérendő víz sűrűségét, a mérési pont geodéziai helyét, melyeket az a vízszintek megadásánál korrekciós tényezőként figyelembe vesz.

A DIVER®mérő-adatgyűjtő jellemzői: standard mérési tartománya; átmérő; hossz; adattároló kapacitás; mérési gyakoriság hossza és jellege; az elem élettartama.

A DIVER®mérő-adatgyűjtőt a gyártó kalibrálja, de azt a felhasználó maga is megteheti. A DIVER®mérő-adatgyűjtő élettartamát az elem élettartama határozza meg. Az elem cseréjét csak a gyártó tudja elvégezni.

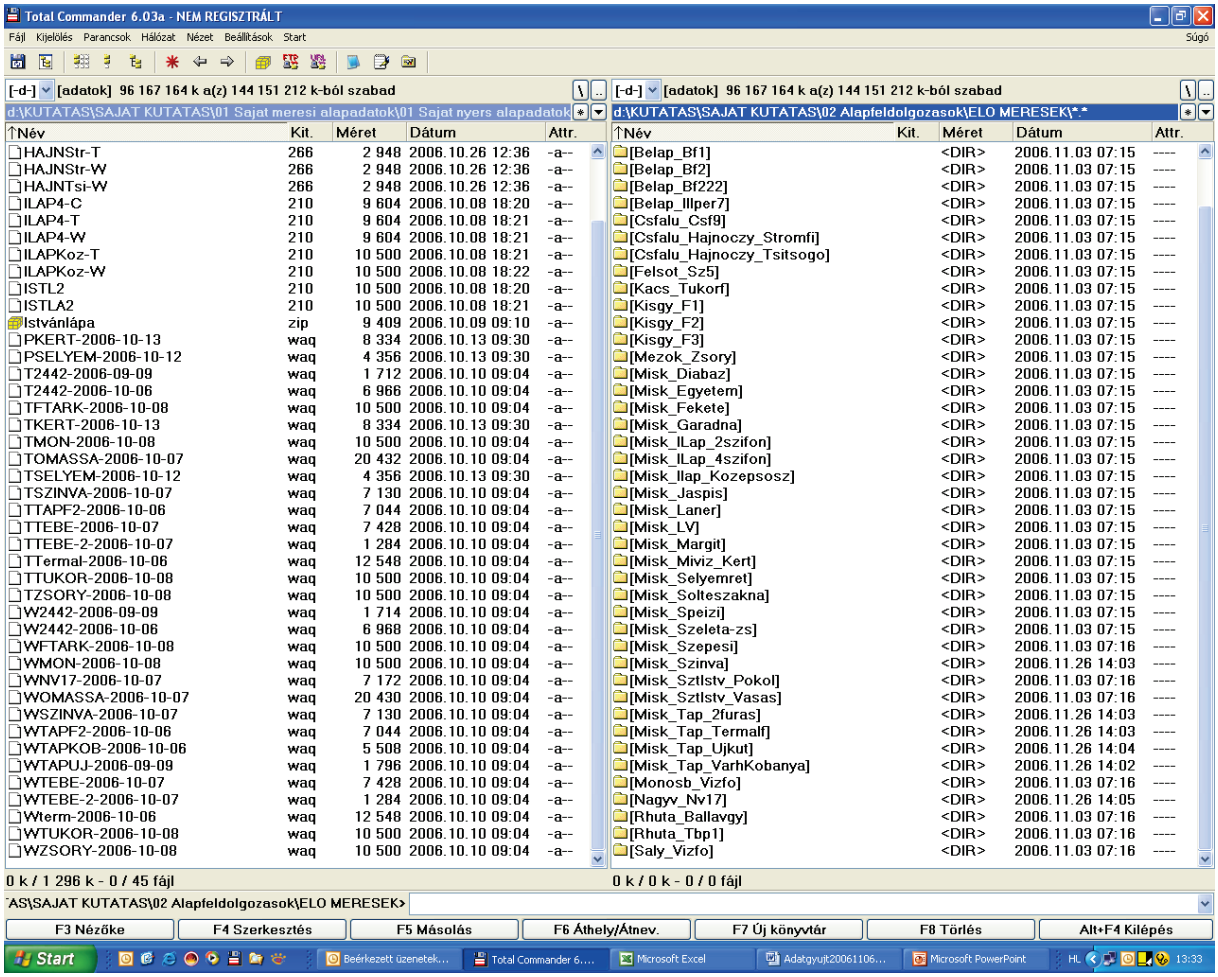
A DIVER®mérő-adatgyűjtő működtetése két fajta programmal történhet. Az EnviroMon program olyan számítógépen futtatható, ami Windows 9X, Windows NT vagy Windows XP alatt fut. Az EnviroMon Pocket program a Husky Fex21 terepi számítógépen fut Windows CE alatt. Ennek nincs grafikus és táblázatos megjelenítése, csak a DIVER®mérő-adatgyűjtő indítására, megállítására és az adatok kinyerésére alkalmas. Minden számítógépen szükséges RS232 port. Az adatok kinyerésére a teljes memória megtelése esetén kb. 2 perc szükséges.

A mért adatokból a program segítségével táblázatos és grafikus adatot nyerhetünk, mely közvetlenül kinyomtatható. Az adatokat exportálni is lehet, a .CSV kiterjesztést az Excel program kezelni tudja. Excelben elmentve az adatállomány kész a további célfeldolgozásra. A mért adatok az exportálás előtt a barometrikus adatokkal kompenzálhatók. Ha ezt nem tesszük meg, utólagosan az excel-fájlokban is elvégezhetjük ezt a műveletet.

Mérés, adatkinyerés, adattovábbítás

A mérések elvégzése során nem csak a szükséges mérő és ellenőrző műszerekkel, kinyerő egységekkel, dokumentációs eszközökkel kell felkészülni, hanem az időjárási viszonyokat is figyelembe kell venni.

3.3.6 –7. ábra. Mérés (adatkinyerés) zuhogó esőben és napsütésben....



3.3.6 –8. ábra. Mérési (adatkinyerési) file-k és a konvertált (alapfeldolgozott)

Adatok rendszere.

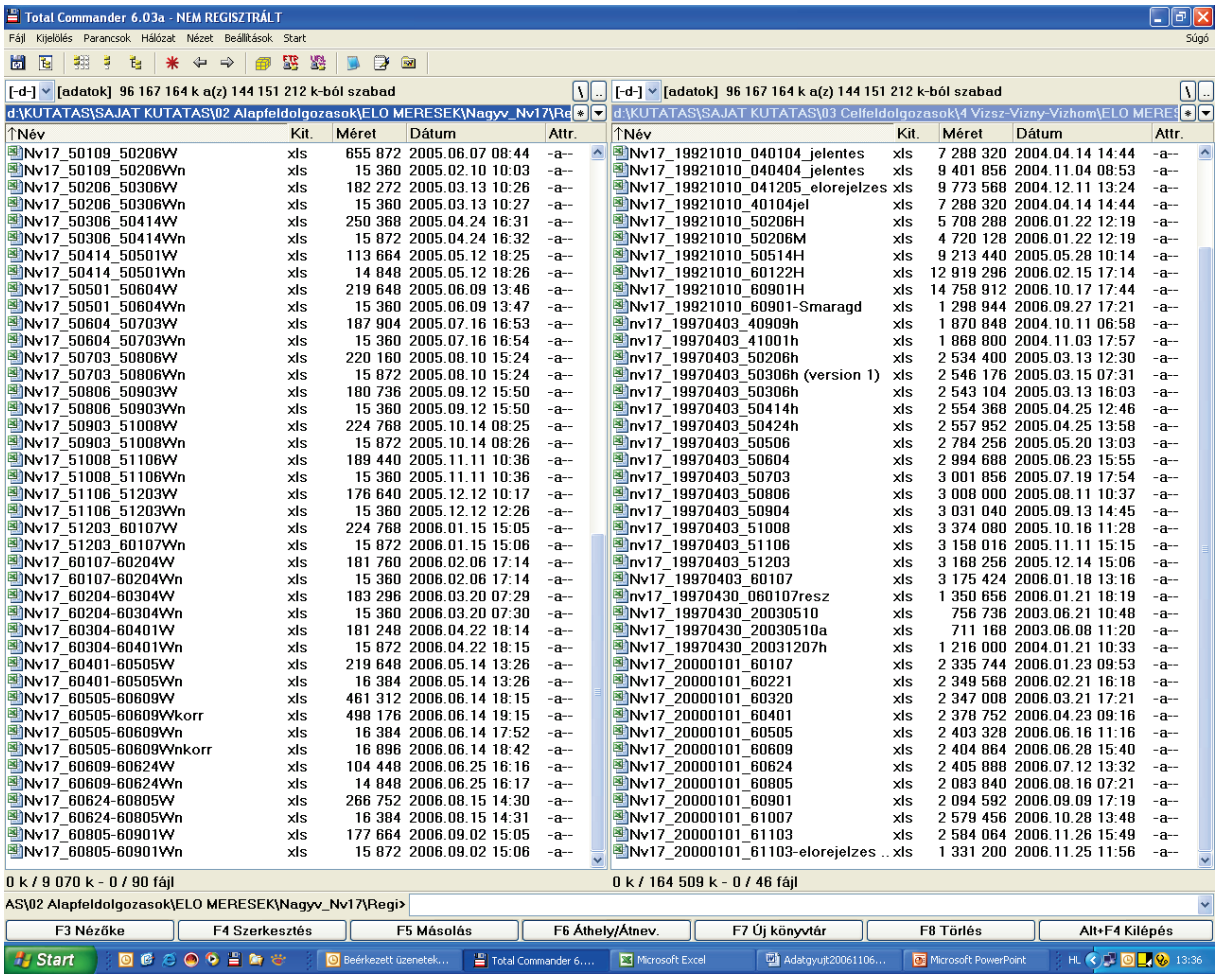
A kinyert adatokat (3.3.6 – 8. ábra) vagy magunkkal visszük (ha a mérő és a feldolgozó személy azonos), vagy ha nem, akkor a mérő személy azt jól meghatározott módon és formában továbbítja

azt a feldolgozó személynek. (Ma már ez leginkább elektronikusan történik.) Alapvető az a kívánalom, hogy az adatrendszernek olyannak kell lenni, hogy mind a mérő, mind az adatfeldolgozó ugyanazt az információt olvassa ki belőle. Ez azt is jelenti, hogy az adatrendszerek kialakítását gondosan meg kell tervezni és következetesen végre kell hajtani. (A mérési adatoknak szerves részeit képezik a jegyzőkönyvek és feljegyzések, amelyekkel kapcsolatos a követelményeket tárgyaltunk.

A hidrológiai adatok feldolgozása

Az adatfeldolgozások alatt általában az alábbi tevékenységeket értjük:

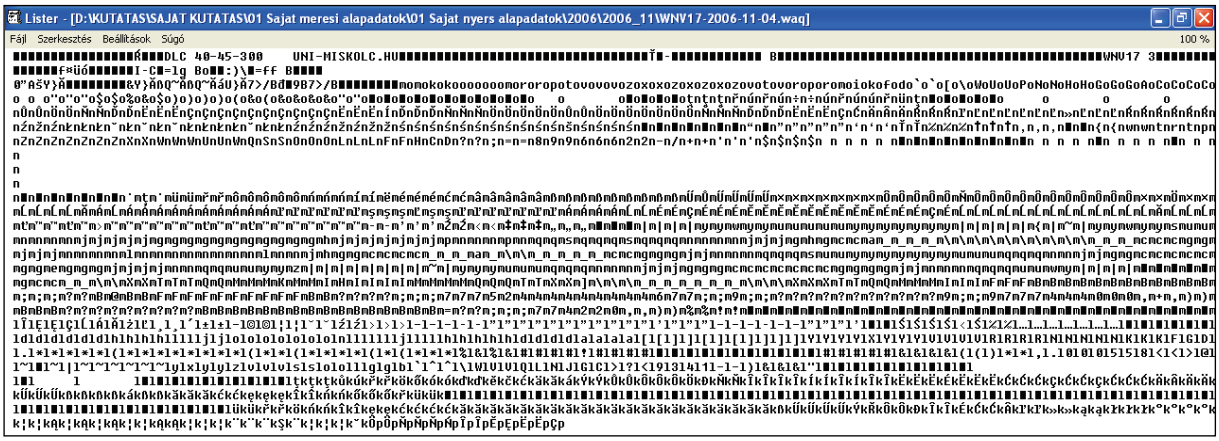
- speciális digitális állományok szokványos adattá való konvertálása
- általános alapfeldolgozás, mérési hibák kiszűrése
- célfeldolgozás megadott szempontok szerint
- feldolgozott adatok archiválása



3.3.6 – 9. ábra. A konvertált (alapfeldolgozott) és a célfeldolgozáson átesett *adatok rendszere.*

A speciális digitális állományokat (pl. 3.3.6 - 10 ábra) a mérőeszközök szállítják. Ezek mérőeszköz-specifikusak, a műszer leírásokban általában szerepelnek az ezekkel való műveletek leírása is.

Ezeket az állományokat valami szokványos adatállománnyá (3.3.6 - 11. ábra) kell alakítani (konvertálni), amellyel már könnyen tudunk dolgozni. (Mivel általában nagymennyiségű adatról van szó, .xls, .mdb, .csv stb. kiterjesztésű file-kat használunk.)



3.3.6 - 10. ábra. A DATAQUA 2002 műszer adatai gépi kódban (ezt kell konvertálni)

Telepítési név: WNV17 3	*Dátum*	*Idő*	*Mért érték[cm]*
Az adatok száma: 2611	2006.10.07	12:00:00 du.	25334,9
Telepítési dátum: 2006.10.07. 11:54:00	2006.10.07	12:15:00 du.	25334,9
Kinyerési dátum: 2006.11.04. 11:49:00	2006.10.07	12:30:00 du.	25335,1
Mintavételezési gyakoriság: 15 [Perc]	2006.10.07	12:45:00 du.	25335,1
Az első mért érték: -253,348	2006.10.07	1:00:00 du.	25334,7
Az utolsó mért érték: -254,320	2006.10.07	1:15:00 du.	25334,7
Minimális mért érték: -254,320	2006.10.07	1:30:00 du.	25334,7
Maximális mért érték: -253,335	2006.10.07	1:45:00 du.	25334,9
Alulcsordulások száma: 0	2006.10.07	2:00:00 du.	25334,4
Felülcsordulások száma: 0	2006.10.07	2:15:00 du.	25334,4
Szondahibák száma: 0	2006.10.07	2:30:00 du.	25334,6
	2006.10.07	2:45:00 du.	25334,2
	2006.10.07	3:00:00 du.	25334
	2006.10.07	3:15:00 du.	25334
	2006.10.07	3:30:00 du.	25334
	2006.10.07	3:45:00 du.	25333,6
	2006.10.07	4:00:00 du.	25333,8
	2006.10.07	4:15:00 du.	25333,8
	2006.10.07	4:30:00 du.	25333,6
	2006.10.07	4:45:00 du.	25333,8
	2006.10.07	5:00:00 du.	25333,6
	2006.10.07	5:15:00 du.	25333,8
	2006.10.07	5:30:00 du.	25333,6
	2006.10.07	5:45:00 du.	25334
	2006.10.07	6:00:00 du.	25334,2

3.3.6 - 11. ábra. A konvertált (alapfeldolgozott), 15 perces gyakorisággal mért táblázatos adatok excel-formátumban

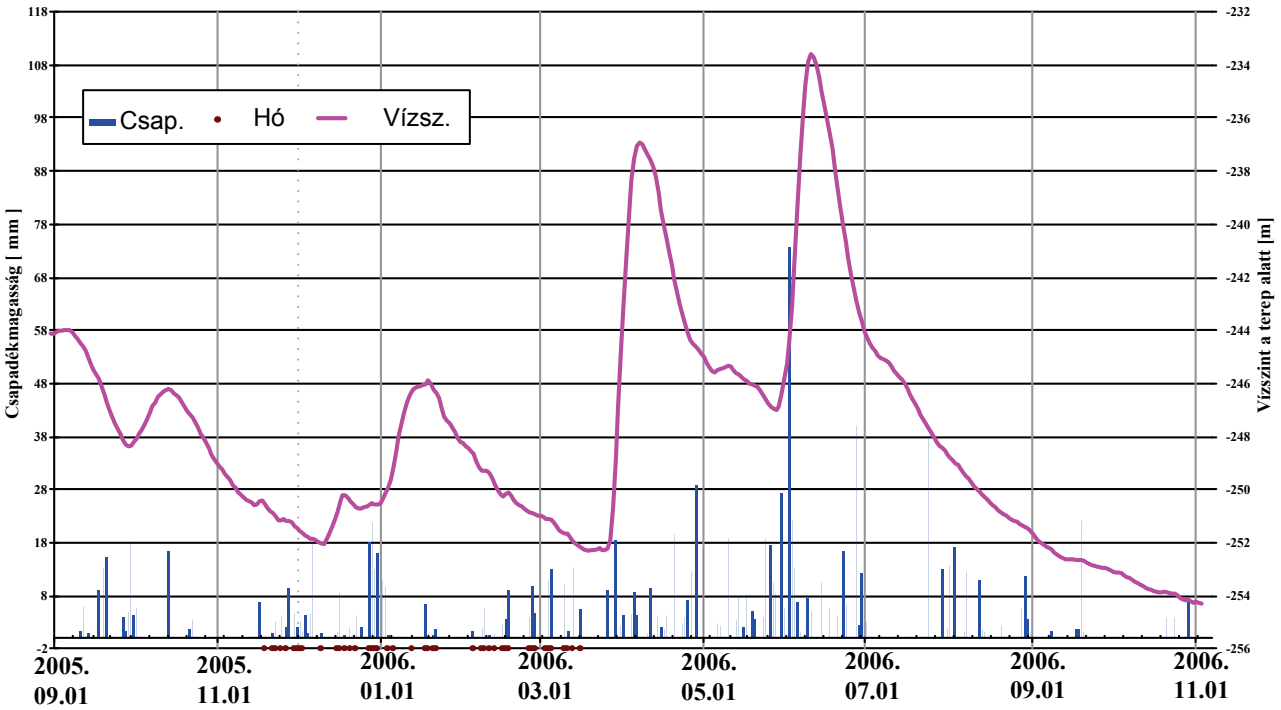
Ezeket a konvertált file-kat további vizsgálat alá kell vonni, hogy a mérési hibákat kiszűrjük, ill. korrigáljuk az eltéréseket az ellenőrző mérések adatai alapján. (Az ellenőrzést általában grafikon megrajzolásával végezhetjük, mivel a több ezer adat áttekintése táblázatosan nagyon nehézkes és az eredmény is bizonytalan.) Bizonyos vizsgálatokat (pl. luniszoláris hatás vizsgálatát megfigyelő

kutakban; csapadékra való vízszintemelkedés dinamizmusának megállapítása stb.) viszont csak ilyen adatsűrűség mellett lehet elvégezni.

A nagy sűrűséggel végzett mérések a hosszú ideig (10-15 évig) végzett méréssorozat esetén már kezelhetetlenül nagyra nőnének, ezért már a konvertálás során rövidíthetjük az adatsort. Két gyakori módszert használhatunk:

- napi átlagok képzése (Ez a bemutatott 15 perces mérés esetén azt jelenti, hogy 96 adat átlagaként kapjuk meg a napi átlagot),
- egy jellemző napi érték kiválasztása (pl. a 12. órai adatok kigyűjtése automatikusan).

Az alapfeldolgozásokon átesett file-kat tovább vizsgálhatjuk, a szükséges szempontok szerint, de ezek a módszerek most nem kerülnek elemzésre.



3.3.6 - 12. ábra. A napi átlagok ábrázolása grafikusan

A nyers mérési adatokat, az alapfeldolgozáson átesett file-kat, a célfeldolgozásokhoz felhasznált file-kat egy, a saját magunk számára legkönnyebben kezelhető rendszerbe kell elmenteni, folyamatosan. (Ha egy olyan munkában dolgozunk, ahol ez a rendszer már kialakult és kötött, akkor azt mindenképpen be kell tartanunk, hiszen csak akkor tudunk a rendszer egyéb adataihoz csatlakozni.) Soha ne feledjük el: ha a számított adataink pl. számítógéphiba miatt elvesztek, de az alapadat megvan, abból az alapfeldolgozott vagy célfeldolgozott file-k kisebb nagyobb munkával ismételten előállíthatók! Ez azt jelenti, hogy minimum az alapadatokat mindenkor több helyre is mentsük el (floppy, CD, DVD, pendrive, mobil rack, másik számítógép stb.), mégpedig azonnal,

amikor azt előállítottuk. (A számítógépen elvégzett napi munkának pl. a mobil rack-re történő elmentése már egy jelentős biztonságot ad az adatainknak.)

3.4 A környezeti állapot rögzítésére szolgáló rendszerek bemutatása

3.4.1. Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer (TIM)

A Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer célja: a talaj és talajvíz szennyezettségi állapotának megismerése, kémiai monitoring (fajlagos ellenáll+ás, oldott oxigén, KOI) folyamatos mérése digitális adatgyűjtőkkel

A talaj a Föld legkülső, mállott kérge, amely a környezeti tényezők hatására, talajképződési folyamatok eredményeképpen alakult ki, mégpedig a litoszféra, hidroszféra, atmoszféra és bioszféra kölcsönhatásainak zónájában. A talaj több természeti erőforrás (sugárzó napenergia, légkör, felszíni és felszín alatti vízkészletek, biológiai erőforrások) együttes hatását ötvözve és közvetítve biztosít életteret a benne élő mikroorganizmusoknak, talajlakó állatoknak, illetve "termőhelyet" a rajta, vagy benne élő növényeknek. Ily módon a talaj a természet hatalmas biológiai reaktorának, transzformátorának tekinthető, amely a földi lét egyik nélkülözhetetlen feltétele, a bioszféra pótolhatatlan mozaikja.
A talaj hazánk legfontosabb - feltételesen megújuló, megújítható - természeti erőforrása. Használata - növényi hozamok "előállítása" - során nem semmisül meg, nem változik meg szükségszerűen és alapvetően. Teljesen különböznek azonban a talajkészletek a megújuló természeti erőforrásoktól is (például sugárzó napenergia, légkör és bizonyos mértékig a felszíni vízkészletek). Megújulásuk ugyanis nem megy végbe automatikusan, hanem állandó és aktív tevékenységet követel. Ennek legfontosabb eleme az észszerű földhasználat, a talajvédelem.
A talaj a mezőgazdaság legfontosabb termelőeszköze, a növénytermesztés alapvető közege. A talaj legfontosabb specifikus (a természeti erőforrások közül csak a talajkészletekre jellemző) tulajdonsága a termékenység.
A talaj termékenységét a talajtulajdonságok együttese határozza meg, ami viszont a talajban végbemenő anyag- és energiaforgalmi folyamatok eredménye.

A talaj a bioszféra nagy kiegyensúlyozó képességgel (pufferkapacitással) rendelkező eleme, amely egy bizonyos határig képes mérsékelni, tompítani a környezetből érkező stresszhatásokat. Ezeket természeti tényezők is kiválthatják, de egyre fenyegetőbbek és súlyosabbak az ember által okozott különböző stresszhatások, amelyek köre egyre szélesebb.

A talaj a természet nagy szűrőrendszere, amely megóvhatja - természetesen korlátozott mértékben - felszín alatti vízkészleteinket a talaj felszínére, illetve a talajba jutó különböző szennyeződésektől.

A talaj - fentiekben összefoglalt - funkcióinak eredményes működését csak egy tudatos rendszer képes zavartalanul biztosítani.

Ennek előfeltételei:
-a természeti viszonyok részletes felmérése, a jelenlegi környezeti állapot pontos jellemzése;
-a mai helyzetet kialakító anyag- és energiaforgalmi folyamatok megismerése, az azokra ható tényezők körének felmérése, hatásmechanizmusának tisztázása;
-a folyamatok érzékenységének, befolyásolási lehetőségeinek megállapítása, mégpedig azok elméletileg lehetséges, reális, racionális és gazdaságos alternatíváinak feltárásával;
-az adott viszonyok között, adott célra legmegfelelőbb variánsok kiválasztása;
-technológiák kidolgozása e variánsokra, azok valamennyi követelményének értékelő számbavételével.

A TIM létrehozását és működését kötelezővé teszik Magyarország számára a különböző nemzetközi kötelezettségekből ránk háruló feladatok is (az EK csatlakozási szerződés, a közösségi követelményekhez történő igazodás és termőhelyi ellenőrzés, stb.).

A TIM célja az ország talajkészleteinek minőségében bekövetkező változások regisztrálása és a talajállapot változásainak időbeni nyomon követése a megfelelő szabályozás érdekében.
A szabályozás célja:

- állapotmegőrzés azokon a területeken, ahol a talajállapot jelenleg megfelelő,
- állapotromlás megelőzése, vagy mérséklése azokon a területeken, ahol a talaj- állapot megfelelő ugyan, de természeti vagy antropogén veszély fenyegeti,
- állapotjavítás azokon a területeken, ahol a talajállapot most sem megfelelő.

3.4.1.1. A TIM felépítése

A TIM kialakítása során a talajkészleteinkre vonatkozó minden eddigi információt (leírást, adatot, térképet, modellt, stb.) felhasználtak. Ezek közül legfontosabbak a következők:
- a harmincas évek közepétől az 50-es évek közepéig az ország egész területére elkészített 1:25.000 méretarányú Kreybig-féle átnézetess talajismereti térképek,
- az ország mezőgazdasági területének 60 %-ára elkészült nagyméretarányú (M=1:10.000) talajtérképek,
- az erdőterületekre elkészített 1:10.000 méretarányú "termőhely-térképek",
- az Agrokémiai Információs és Irányítási Rendszer (AIIR) adatbázisát szolgáltató, mintegy 5 millió hektárnyi szántóterület, a rét-, legelőterületek, és az ültetvények tábláinak feltalajára vonatkozó hároméves ciklusú talajvizsgálatok eredményei, valamint a termelő üzemek összes táblatörzskönyv adatai,
- mintegy 6000 tábla talajának 3 szintjére vonatkozó, úgynevezett mélyebb réteg vizsgálatok adatai,
- az országos mintateres földértékelési program keretében feltárt, -több ezer- talajszelvényre vonatkozó leírás és vizsgálati adat,
- az MTA TAKI talajinformációs rendszerének (TIR) adatbázisa,
- a különböző speciális célokra készített talajtérképek és azok adatbázisa (például a Kiskörei Vízlépcső és Öntözőrendszer területére elkészített, 1:25.000 méretarányú, 6 tematikus térképet magában foglaló térképsorozat),

- meliorációs, vízháztartási és agrotechnikai beavatkozásokat megalapozó térképek, adatok és szakvélemények, stb.,
- különböző értekezések, könyvek, atlaszok, tanulmányok, gyűjteményes kötetek, szakvélemények, stb. talajtani információ anyaga.

Külön említést érdemelnek a hazánk területére rendelkezésre álló, különböző távérzékelési anyagok, amelyek alkalmazásának a pontszerű információk területi kiterjesztésénél, valamint a talajállapot változások folyamatos térségi nyomon követésében van megkülönböztetett jelentősége.

A TIM mérőhálózat kialakítása során felmerült a kérdés, hogy milyen rendszer szerint történjen a mérési pontok helyének kijelölése, valamely elfogadott szisztematikus rendszerben (raszterhálóban), vagy természetföldrajzi egységenként. Magyarország természetföldrajzi viszonyai (geológiai felépítés, domborzat, növényzet, meteorológiai viszonyok) és talajviszonyai részletesen ismertek, ezért született meg a döntés, hogy a mérési pontokat kisebb természetföldrajzi egységek jellemző területein jelöljék ki. Ezt a feladatot a megyei Növényegészségügyi és Talajvédelmi Állomásokon dolgozó talajtani szakemberek végezték el, akik a legnagyobb helyismerettel rendelkeztek.

A kijelölésnél alapvető követelmény volt a reprezentativitás, tehát az, hogy a mérési pont megfelelően jellemezze a természetföldrajzi egység talajviszonyait, ezzel lehetőséget teremtve a talajállapot jellemzésére és a bekövetkezett változások nyomon követésére. A reprezentativitás elvének betartása mellett előnyben részesültek azok a területek:

- amelyekre ismertek régebbi talajtani adatok (talajtérkép, speciális céltérkép, talajtani szakvélemény, talajvizsgálati eredmény, feltárt talajszelvény stb.), mivel így a rendelkezésre álló adatok időben a múlt felé kiterjeszthetőek, a bekövetkező, vagy bekövetkezett változások jobban nyomon követhetőek;
- ahol a természeti környezet egyéb elemeire is folynak mérések (meteorológiai állomás, talajvízszint észlelő kút, hidrológiai megfigyelőállomás, földtani mélyfúrás stb.), mivel ezek lehetővé teszik a talajtani változások és az egyéb természeti viszonyok közötti összefüggések elemzését;
- ahol szabadföldi tartamkísérletek vannak, így azok kísérleti eredményei összevethetők a mérési pont észlelési eredményeivel.

Fenti szempontok figyelembevételével 1236 pont került kijelölésre.

A mérőhálózat 3 megfigyelési pont típust foglal magába:

- országos törzsmérő hálózat, (I)
- erdészeti mérőpontok, (E)
- speciális mérőhelyek. (S)

Az országos törzsmérő hálózat 865 ponttal reprezentálja az ország mezőgazdasági művelésű területeinek talajállapotát.

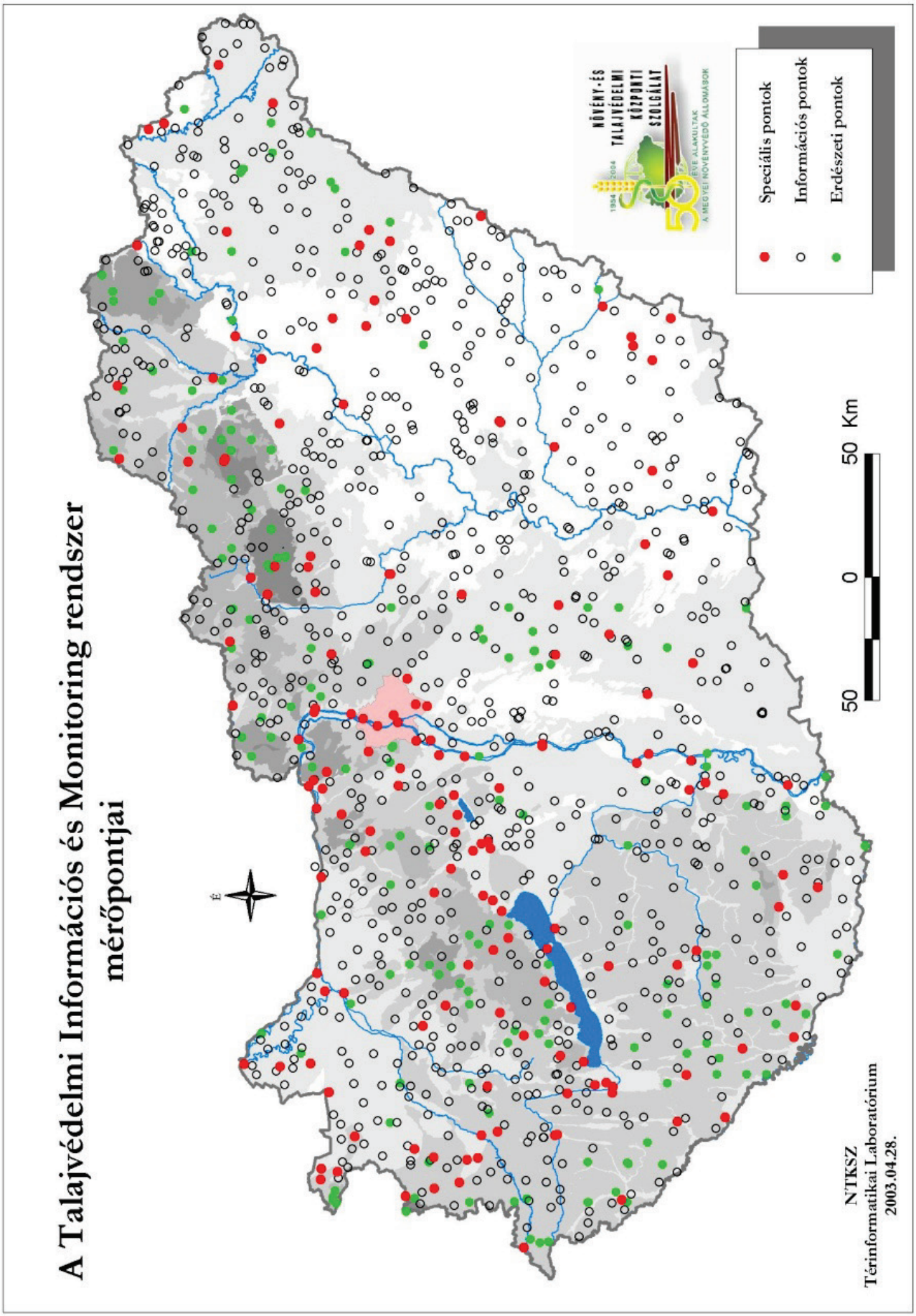
Az erdészeti mérőpontok 183 ponttal jellemzik az erdei ökoszisztémák alatti talajokat. Az erdészeti pontok kijelölésében az Erdőrendezési Szolgálat és az Erdészeti Tudományos Intézet munkatársai vettek részt. Az erdőterületek vizsgálatát két alapvető szempont miatt kell elvégezni:

- az erdőterületek viszonylag érintetlenebbek, káros hatásoknak kevésbé kitettek, mint a mezőgazdasági területek, így igen jó referenciát jelenthetnek;
- már működik egy erdővédelmi hálózat, és a TIM pontok egy részét az ehhez feltárt szelvényekhez lehetett kötni.

A speciális mérőhelyek a veszélyeztetett, illetve már szennyezett területek jellemzését szolgálják 188 ponton, amelyek kijelölését a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium (KvVM) munkatársai segítették. A speciális mérőhelyek elhelyezése úgy történt, hogy az ország területén lehetőleg minden típusú szennyeződést, illetve szennyezésveszélyt észlelni lehessen. Természetesen ennyi mérési ponttal nem lehetséges a folyamatok részletes nyomon követése az egész ország területén, csak arra szolgálnak, hogy jelezzék a kritikus, problematikus helyeket és az itt mért adatok alapot szolgáltassanak egy-egy speciális megfigyelő rendszer kiépítéséhez

A speciális pontok típusai:

- *Degradálódott területek.* Főleg mezőgazdasági művelésű területeken elsősorban a természeti erők, valamint az ember tevékenységével létrehozott degradációs folyamatok által veszélyeztetett talajok: szél és víz okozta erózió, savanyodás, sófelhalmozódás, szikesedés, tömörödés, talajszerkezet leromlás, biológiai degradáció, talajszennyezés.
- *Ivóvízbázisok hidrogeológiai védőterületei.*
- *Fontosabb tavak és tározók vízgyűjtője.*
- *Erősen szennyezett ipari körzetek.*
- *Szennyvíziszap, szennyvíz, hígtrágya elhelyező mezőgazdasági területek.*
- *Erősen szennyezett agglomerációs körzetek, üdülőövezetek.*
- *Hulladék és veszélyes hulladék lerakóhelyek környéke.*
- *Roncsolt felületek* (felszíni bányászat, ipar, infrastruktúra által roncsolt felszínek, rekultivált meddőhányók stb.).
- *Közlekedés által érintett területek, autópályák környezete.*
- *Természetvédelmi területek.*
- *Környezeti szempontból érzékeny területek* (pl. védett területek pufferzónája)



3.4 – 1. ábra: TIM pontok

3.4.1.2. A TIM működtetése

A TIM program működtetését, a helyszíni feltárásokat, az évenkénti mintavételt a megyei Növényegészségügyi- és Talajvédelmi Szolgálatok talajtani szakemberei végzik. A talaj és talajvíz minták laboratóriumi vizsgálata öt regionális talajvédelmi laboratórium feladata. A Növény- és Talajvédelmi Szolgálatok Talajvédelmi Laboratóriumai az MSZ EN ISO/IEC 17025:2001. szabvány előírásainak megfelelően vizsgálnak. A speciális növényvédőszer maradék vizsgálatokat a szolgálatoknál működő GLP minősítésű analitikai laboratóriumok mérik. A mikrobiológiai vizsgálatok végzése a szintén akkreditált Baranya megyei Szolgálatnál működő Talajmikrobiológiai Laboratórium feladata. A TIM helyszíni és laboratóriumi munkáinak a koordinálását a Növény- és Talajvédelmi Központi Szolgálat Talajvédelmi Fejlesztési Osztálya látja el.

A mérési adatok összegyűjtésének, tárolásának, kezelésének és értékelésének feladatait a földrajzi információs rendszer (GIS) alapján működő számítógépes "szakértői rendszer" oldja meg. Ezen keresztül valósulhat meg a TIM kapcsolódása a KIM többi alrendszeréhez, valamint az egyéb környezetvédelmi információs rendszerekhez, ill. a regionális talajvédelmi monitoring rendszerekhez.

A feldolgozások országos, regionális és megyei szinten történnek, és lehetőséget adnak az idősoros összehasonlításra is. A mért adatok feldolgozását, publikálását a TIM Szakértői Bizottság vezetésével és közreműködésével a növényegészségügyi és talajvédelmi hálózat szakemberei végzik.

Az országos szintű feldolgozás a NTKSZ Talajvédelmi és Fejlesztési Osztályon, valamint a GIS laboratóriumában történik. Itt lehetőség van, az egész ország területét felölelő teljes adatbázisból való lekérdezésre, illetve különböző feldolgozások elkészítésére. Az ARC Wiew és ARC/INFO térinformatikai rendszerek segítségével lehetőség van, speciális elemzések elvégzésére és az eredmények térképi megjelenítésére is.

A regionális szintű adatbázis a talajvédelmi laboratóriumokban érhető el. Az ezekben rendelkezésre álló lekérdező modul lehetővé teszi leíró statisztikák készítését regionális és megyei szinten, valamint mintavételi helyek szerint. Elemzések készíthetők különböző szakmai szempontok megadásával.

A TIM adatbázis lehetőséget ad egyedi, speciális lekérdezésekre is, adatait kutatóintézetek, egyetemek, egyéb intézmények is felhasználhatják tudományos kutatásaikhoz, ismeretterjesztő anyagok készítéséhez. Ebben az esetben a leválogatás, feldolgozás költségei az adatkérőt terhelik.

A TIM felépítése, szerkezete és a meglévő talajmintabank lehetővé teszi rugalmas továbbfejlesztését, a meglévő vizsgálati kör bővítését. Részletesebb vizsgálatokra különösen a speciális pontokon van és lehet szükség. Tervekben szerepel az eróziós és deflációs pontok egy részén automatizált, ill. félautomata mérőhelyek kiépítése, melyek lehetővé tennék az erózió és defláció mértékének tényleges mérése mellett az elszállított talaj minőségének vizsgálatát is. Lehetőség van a mintabankban levő mintákból, ill. új mintavételeknél speciális szennyezések (szerves szennyezők - PAH, PCB, BTXE stb.) vizsgálatára is.

3.4.1.3. A TIM program keretében végzett vizsgálatok

Az alapállapot rögzítése érdekében az első évben igen széleskörű vizsgálatokra került sor. A vizsgálandó paraméterek egy részét, csak egyszer, ebben az első évben határozták meg. Az egyes talajtulajdonságok időbeli változékonyságától függően a vizsgálatokat évente, 3 vagy 6 évenként kell megismételni (1. táblázat).

3.4 - 1. táblázat: A TIM mérőhálózatában meghatározásra kerülő talajtulajdonságok

Meghatározandó talaj-jellemző		Indu-láskor	Évente	3 évente	6 évente
Térfogattömeg		*			
Mechanikai összetétel		*			
Arany-féle kötöttségi szám (KA)		*			
Higroszkóposság (hy2)		*			
Teljes vízkapacitás (pFO)		*			
Szabadföldi vízkapacitás (pF 2,5)		*			
Holtvíztartalom (pF 4,2)		*			
Hasznosítható vízkészlet (pF 2,5-pF 4,2)		*			
CaCO3-tartalom	ha > 5 %	*			*
	ha 1-5 %	*		*	
	ha < 1 %	*	*		
pH deszt. Vízben, ha a CaCO3 tartalom	> 1 %	*		*	
	< 1 %	*	*		
pH nKCl-ben ha a CaCO3 tartalom	> 1 %	*		*	
	< 1 %	*	*		
Hidrolitos aciditás, ha a talaj nem karbonátos		*	*		
Kicserélődési aciditás, ha a talaj nem karbonátos		*	*		
Összes vízoldható sótartalom		*			*
Összes só szikes, vagy szikesedésre hajlamos talajok		*	*		
1:5 arányú vizes kivonat elemzése (CO_2^{3-} HCO^{3-}, Cl^-, SO_4^{2-}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+,K^+) /nagyobb sótartalmú talajokon/		*			*
Szódalúgosság (szikes talajokon)		*		*	
Szervesanyag tartalom		*		*	
Adszorpciós kapacitás		*			*
Kicserélhető kationok (Ca2+, Mg2+, Na+, K+)		*			*
Összes N-tartalom		*		*	
Nitrát-nitrit tartalom		*	*		

Meghatározandó talaj-jellemző	Indu-láskor	Évente	3 évente	6 évente
"Felvehető" növényi tápelemek mennyisége (P,K,Ca,Mg,Cu,Zn,Mn,Na,Fe, B,Mo)	*		*	
"Toxikus"(vagy toxikussá válható) elemek mennyisége:(Al,As,B,Cd,Co,Cr,Cu,Hg,Mn,Mo,Ni,Pb,Zn)	*		*	
Cellulóz teszt a talaj biológiai	*		*	
Dehidrogenáz aktivitás aktivitásának	*		*	
CO2-produkció jellemzésére	*		*	
Természetes radioaktivitás	*		*	
Talajvíz kémiai összetétele(pH, EC, Ca^{2+},Mg^{2+},Na^{+}, CO_3^{2-},HCO_2^{3-}, Cl^{-}, SO_4^{2-}, NO_3^{-} NO_2^{-} , PO_4^{3-},)	*	*		

Helyszíni vizsgálatok a TIM pontokon

Az előzetesen kijelölt pontokon évente kell helyszíni megfigyelést és mintavételt végezni. Nagyon fontos volt annak rögzítése, hogy a mintavétel minden évben, azonos időben történjen, hiszen néhány talajtulajdonság erőteljes szezondinamikát mutat és csak a közel azonos időben vett minták eredményei vethetők össze az évek során. Az időpont kijelölésénél másik fontos szempont volt, hogy viszonylag kevés mezőgazdasági kultúra borítsa a területeket, hogy a helyszíni munkával lehetőleg minél kevesebb kárt okozzanak. Mindezek figyelembevételével a mintavételt minden évben szeptember 15. és október 15. között kell elvégezni.

A vizsgálati eredmények összevethetősége miatt nagyon fontos, hogy a minták közel azonos helyről származzanak, ezért előírás, hogy a mintavételt minden évben a kijelölt pont 50 m-es körzetében kell végrehajtani. Ahhoz, hogy ez megoldható legyen hosszú éveken keresztül, rendkívül pontosan kell az eredeti pont helyét meghatározni. Ezért a mérési munkák megkezdésekor az első évben minden talajszelvény helyét pontosan bemérték GPS (Global Position System) készülékkel, majd a GPS koordinátákat számítógépes korrekció után átszámították földrajzi koordinátákra. Ez lehetővé teszi egyrészt azt, hogy minden évben pontosan visszataláljanak a szelvény helyére (navigálás GPS-el), másrészt azt, hogy a keletkezett adatokat földrajzi információs rendszerben (GIS) tárolják és dolgozzák fel. A talajszelvények helyét pontosan bejelölték 1:10 000 léptékű térképen is.

Az első felvételezés során, 1992 őszén nagyon részletesen megvizsgáltak minden TIM pontot, mind a helyszínen, mind laboratóriumban, a teljes vizsgálati körre kiterjedően, hiszen ezek az adatok tették lehetővé az alapállapot rögzítését.

A helyszínen szabályos talajszelvényt kellett feltárni 150 cm mélységig, majd elvégezni minden helyszíni vizsgálatot, ami a talajtérképezés során szükséges. Megtörtént a talajszelvény helyének meghatározása, környezetének jellemzése (domborzat, kitettség, fekvés, erózió, növényzet, felszín jellegzetességei stb.).

Ezután a szelvény általános adatainak rögzítésére került sor (talajszelvény mélysége, humuszos réteg vastagsága, karbonátos réteg megjelenési mélysége, fenolftalein lúgosság megjelenése, talajvízszint mélysége, talajképző kőzet). A genetikai szintek, illetve talajrétegek lehatárolása után következett a szelvény morfológiai leírása, szintenként. Rögzítésre kerültek az alábbi adatok: genetikai szint jele, mélysége, színe, fizikai féleség, szerkezet, tömődöttség, nedvesség, pezsgés, fenolftalein lúgosság, kiválások, konkréciók, durva vázrész, talajhiba, gyökérzet, szintek közötti átmenet. Végül meg kellett határozni a talaj típusát, altípusát, változatát. A helyszíni adatokat helyszíni talajvizsgálati jegyzőkönyvben rögzítették. A mintavétel előtt minden talajszelvényről fényképfelvétel készült.

A talajszelvény feltárását, leírását, a talajtípus meghatározását és a mintavételt részben a rendelkezésre álló módszerkönyvek, részben a felvételezők számára elkészített útmutató alapján kellett elvégezni.

A mintavétel során szintenként több bolygatott és bolygatatlan szerkezetű mintát kellett begyűjteni a különböző vizsgálatok céljára.

A részletes alapfelvételezést követően azóta évente fúrással végzik a mintavételt, talajszelvény feltárása már nem szükséges. A mintákat azonban azonos módon, genetikai szintenként, vagy rétegenként kell megvenni 150 cm mélységig.

Az indulás évében minden talajszelvény minden szintjéből külön 2 kg mintát kellett venni egy talajarchívum részére. Az archivált minták lehetővé teszik, hogy az alapállapotra vonatkozóan olyan vizsgálatokat is elvégezhessenek majd, ami eredetileg nem volt a tervben. Ebből a célból a 3. és 6. évi helyszíni munka során szintén begyűjtötték a mintákat az archívum részére.

Laboratóriumi vizsgálatok

Az alábbiakban röviden ismertetjük a begyűjtött mintákból végzett vizsgálatokat.

Talajfizikai, vízgazdálkodási jellemzők: A meghatározandó tulajdonságok az alábbiak:

- Arany-féle kötöttségi szám (K_A),
- mechanikai összetétel,
- higroszkóposság (hy),
- térfogattömeg,
- teljes vízkapacitás (pF_o),
- szabadföldi vízkapacitás ($pF_{2,5}$),
- holtvíz tartalom (HV, $pF_{4,2}$),
- hasznosítható vízkészlet (DV, $pF_{2,5}$-$pF_{4,2}$)

A talaj fizikai, vízgazdálkodási tulajdonságai közül az Arany-féle kötöttségi értéket, a mechanikai összetételt, a higroszkóposságot és a $pF_{4,2}$-es értéket bolygatott szerkezetű talajmintából, míg a pF_o és $pF_{2,5}$ értéket, valamint a térfogattömeget bolygatatlan szerkezetű mintából kellett meghatározni. Fenti vizsgálatokat minden feltárt talajszelvény minden szintjéből, származó mintákból el kellett végezni, de csak a kiindulási évben.

Talajkémiai jellemzők, tápanyagtartalom: A talaj kémiai tulajdonságait jellemző paraméterek meghatározását minden genetikai szintből, illetve talajrétegből el kell végezni. A vizsgálatok

gyakorisága a tulajdonság időbeli változékonyságától függ. A talajmintákból meghatározandó paraméterek az alábbiak:

- kémhatás /pH(H_2O), pH(KCl)/, összes vízoldható sótartalom, fenolftalein lúgosság, hidrolitos aciditás, kicserélődési aciditás, szervesanyag tartalom, szénsavas mésztartalom, adszorpciós kapacitás (T érték), kicserélhető kationok, 1:5 arányú vizes kivonat, NO_3^-+NO_2^-, összes nitrogéntartalom a talaj minden szintjéből;

- felvehető tápanyagtartalom (P, K, Mg, Na, Ca, Cu, Zn, Mn, Fe, B, Mo) csak a szelvények felső szintjéből, de minden évben;

- oldható toxikus elemtartalom (As, Cd, Co, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, Zn, Cu). a talajmintákból Lakanen-Erviö-féle eljárás szerinti oldattal kivonatot készítenek, majd ebből határozzák meg a talaj oldható toxikus elem tartalmát ICP készüléken;

- összes toxikus elemtartalom (As, Cd, Co, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, Zn, Cu). a feltárást cc. salétromsav és hidrogén peroxid keverékével 105 °C-on végzik, a szűrletből határozzák meg az előzőekben felsorolt toxikus elemeket ICP készüléken.

Talajvízmintákból meghatározandó paraméterek: pH, EC, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, CO_3^{2-}, HCO_3^-, Cl^-, SO_4^{2-}, NO_3^-, NO_2^-, PO_4^{3-}.

A vizsgálati módszerek megtalálhatók a vonatkozó magyar szabványokban, valamint a vizsgáló laboratóriumok akkreditálási kézikönyvében.

Talaj mikrobiológiai vizsgálatok: A mikrobiológiai vizsgálatokat a talaj felső szintjéből kell elvégezni:

- nedvességtartalom,
- CO_2 produkció meghatározása,
- cellulózbontó aktivitás,
- dehidrogenáz enzimaktivitás meghatározása.

Az CO_2 produkció meghatározását kivéve a talajbiológiai vizsgálatokat is szabványos módszerekkel kell végezni.

Radioaktivitás: A talajban előforduló fontosabb természetes és mesterséges izotópok meghatározását a talaj felső 10 cm-es rétegéből kell elvégezni, de csak megyénként 5 szelvényből, tehát az ország területéről összesen 95 mintából. A vizsgált természetes radioaktív izotópok: ^{238}U - ^{226}Ra sor, ^{232}Th sor, ^{40}K, a mesterséges radioaktív izotópok: ^{134}Cs, ^{137}Cs. A méréseket a Paksi Atomerőmű RT. Környezetellenőrző Laboratóriuma végzi.

Eróziós mérőpontok vizsgálata: A talajréteg vastagsága változásának mérésére a felszín alá, azzal párhuzamosan elhelyezett 1 m^2 (1 x 1 m) felületű, 10 mm vastagságú alumínium lemez beépítését végezték el. A lemez helyzetét GPS méréssel rögzítették, majd penetrométer segítségével a visszatöltött föld vastagságát közvetlenül megmérték. Az ülepedést követően az évenkénti mérést a betakarítások után kell végezni. A penetrométeres mérés nem csak a termőréteg vastagság változásának megállapítására ad lehetőséget, - melyből következtethetünk az erózió, vagy a ráhordás mértékére - hanem az esetleges tömörödés észlelésére is.

A TIM ütemezésében eredetileg nem szereplő egyedi vizsgálatok:

- ***növényvédő szermaradék vizsgálatok,*** Klórozott szénhidrogének, Triazinszármazékok, Fenoxi karbonsavak, Karbamátok, Foszforsavészterek
- ***szerves mikroszennyezők:*** Összes alifás szénhidrogén (TPH), Benzol, Fenolok, Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH), Halogénezett aromás szénhidrogének, Poliklórozott bifenilek (PCB), Dioxinok, dibenzofuránok

A növényvédő szer vizsgálatokra mintegy 100 helyen 1994-1997-ben és 2000-ben került sor az FVM finanszírozásában, a szerves mikroszennyezők vizsgálata 1996-97-ben a Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium által kiírt pályázatból lett megoldva, komponensenként 30-80 mintevételi helyen.

Adatbevitel a TIM paramétereknél

A TIM adatbázisába három csoportba sorolható adatok kerültek, kerülnek:

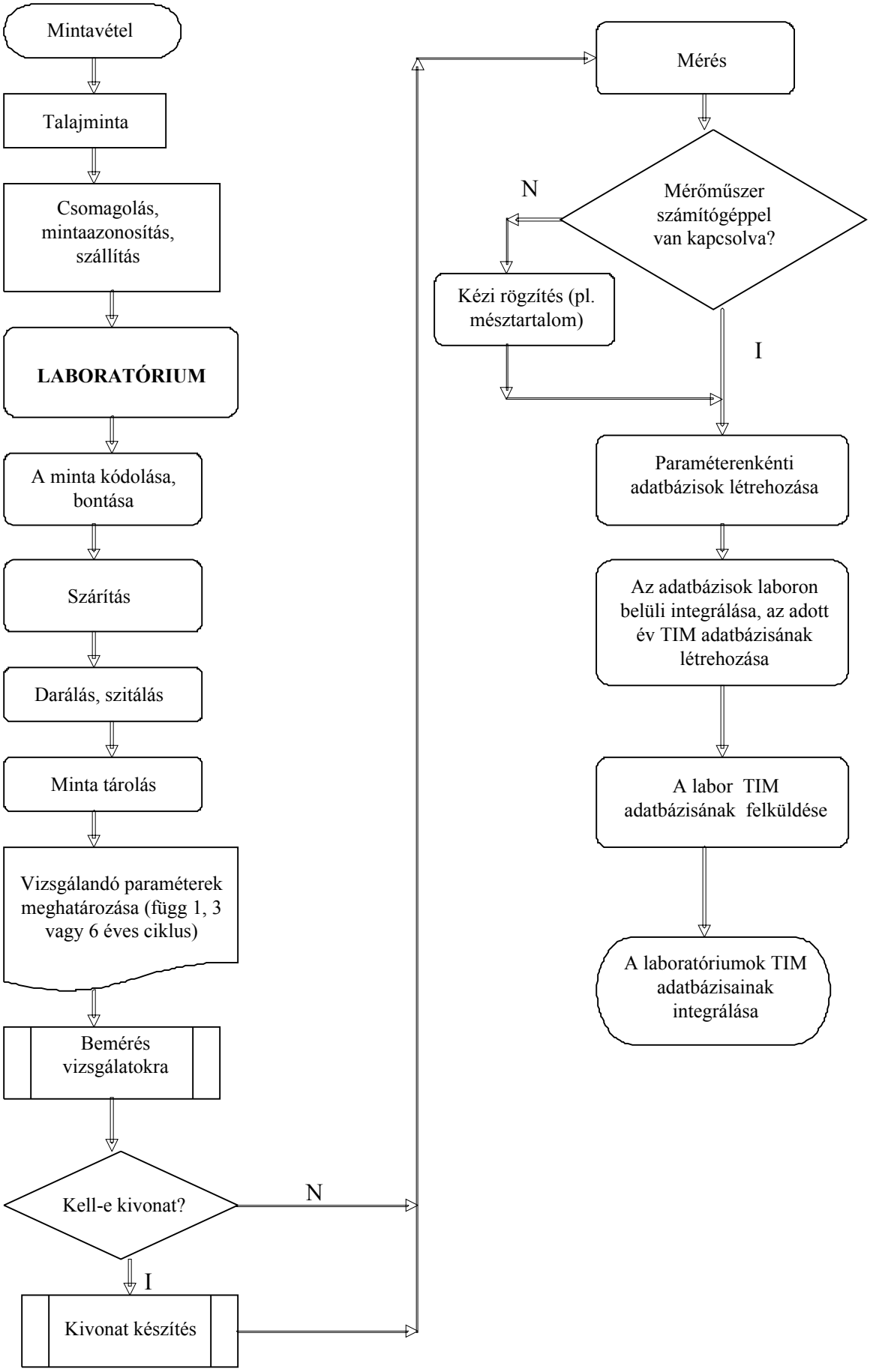
1. Archív adatok (pl. 1992 előtti TVG eredmények, AGROTOPO kódszám,)
2. Helyszíni feltárások, vizsgálatok eredményei (pl. helyszíni jegyzőkönyv, GPS koordináták)
3. Laboratóriumi vizsgálatok eredményei

3.4 - 2.táblázat: A TIM országos törzs-mérőhálózatában meghatározásra kerülő talajtulajdonságok és azok értékeinek adatbázisba vitelének módja.

Meghatározandó talaj-jellemző		kézi	online	számitás
Arhív adatok		*		
Helyszíni jegyzőkönyv		*		
GPS koordináták			*	
Térfogattömeg		*		
Mechanikai összetétel		*	*	
Arany-féle kötöttségi szám (KA)		*		
Higroszkóposság (hy2)		*	*	
Teljes vízkapacitás (pFO)		*		
Szabadföldi vízkapacitás (pF 2,5)		*		
Holtvíztartalom (pF 4,2)		*		
Hasznosítható vízkészlet (pF 2,5-pF 4,2)				*
CaCO3-tartalom ha	> 5 %	*		
	1-5 %	*		
	< 1 %	*		

Meghatározandó talaj-jellemző	kézi	online	számitás
pH deszt.vízben ha a CaCO3 tartalom > 1 %	*	*	
< 1 %	*	*	
pH nKCl-ben ha a CaCO3 tartalom > 1 %	*	*	
< 1 %	*	*	
Hidrolitos aciditás, ha a talaj nem karbonátos	*		
Kicserélődési aciditás, ha a talaj nem karbonátos	*		
Összes vízoldható sótartalom	*	*	
Összes só szikes, vagy szikesedésre hajlamos talajok	*	*	
1:5 arányú vizes kivonat elemzése (CO_2^{3-} HCO^{3-}, Cl^-, SO_4^{2-}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+,K^+) /nagyobb sótartalmú talajokon/		*	
Szódalúgosság (szikes talajokon)	*		
Szervesanyag tartalom	*	*	
Adszorpciós kapacitás			*
Kicserélhető kationok összetétele (Ca2+, Mg2+, Na+, K+)		*	
Összes N-tartalom	*	*	
Nitrát-nitrit tartalom	*	*	
"Felvehető" növényi tápelemek mennyisége (P,K,Ca,Mg,Cu,Zn,Mn,Na,Fe, B,Mo)		*	
"Toxikus"(vagy toxikussá válható) elemek mennyisége:(Al,As,B,Cd,Co,Cr,Cu,Hg,Mn, Mo, Ni, Pb, Zn)		*	
Cellulóz teszt a talaj biológiai	*		
Dehidrogenáz aktivitás aktivitásának	*		
CO2-produkció jellemzésére	*		
Természetes radioaktivitás	*		
Talajvíz kémiai összetétele(pH, EC, Ca^{2+},Mg^{2+},Na^+, CO_3^{2-},HCO_2^{3-}, Cl^-, SO_4^{2-}, NO_3^- NO_2^- , PO_4^{3-},)	*	*	

A talajvédelmi laboratóriumokban a vizsgálati rendet a következő folyamatábra tartalmazza.
A nem rendszeresen vizsgált paraméterek (növényvédő szermarad, szerves mikroszennyezők, talajbiológia, stb.) vizsgálati rendje ettől eltérő, mivel a minták kezelése speciális.



3.4 – 2. ábra: Talaj-laboratórium vizsgálati rendje

A minták tárolása

A TIM genetikai szintekből, illetve rétegekből származó minták tárolása a talajvédelmi laboratóriumokban történik. A talajminták közül az indulási és az azt követő minden harmadik évben felszedett mintamennyiség kerül archiválására.

Az archív minták mennyisége kb. egy kilogramm szárított őrölt minta, ezek selejtezésre nem kerülnek.

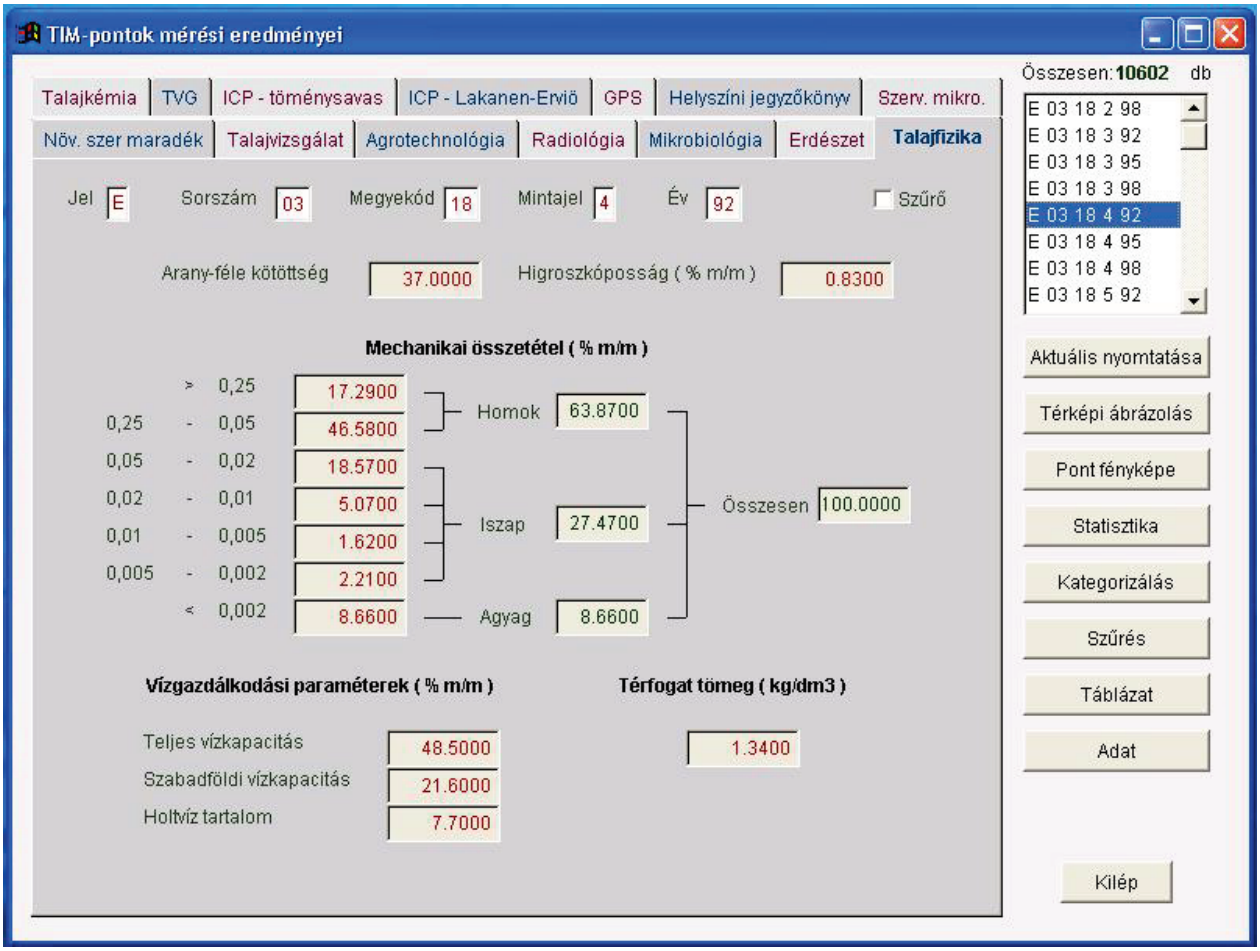
Adatkezelő információs rendszer használata

Adatok: A TIM adatait a Növény- és Talajvédelmi Központi Szolgálat regionális Talajvédelmi laboratóriumaiban keletkezett adatok alkotják.

A minták vizsgálata után a mérési eredmények a Központi Szolgálatnál működtetett TIM adatkezelő rendszerbe érkeznek, ahol a különböző adatcsoportoknak megfelelően rögzítésre kerülnek. Ezután van lehetőség a mért paraméterek átvizsgálására, ellenőrzésére. Ha az adatok helyesnek bizonyulnak, akkor a regionális Talajvédelmi Laboratóriumok a saját területüknek megfelelő adatokat visszakapják és az adatkezelő rendszer segítségével elemezhetik a mérési eredményeket.

Az adatkezelő rendszer nyitóoldala és a paramétercsoportok megnyitására szolgáló oldal képét a következő ábra tartalmazza.

3.4 – 3. ábra: A TIM adatkezelés nyitó oldala



3.4 – 4. ábra: ATIM pontok mérési eredményei

Paraméter csoportok:

növényvédő szer maradék
talajvizsgálati adatok (régi, archív)
agrotechnológiai adatok (régi, archív)
radiológiai adatok
mikrobiológiai adatok
erdészeti adatok
talajfizikai paraméterek
talajkémiai paraméterek
talajvizsgálati paraméterek
ICP – töménysavas vizsgálati adatok
ICP – Lakanen-Erviö vizsgálati adatok
GPS alapadatok

Időszaki vizsgálatok:

Induló értékek (1992-es állapot)
évenként mért paraméterek
3 évenként mért paraméterek
6 évenként mért paraméterek

Talajszelvény szerinti megoszlás:

genetikai szintenként (1992-2000)
rétegenként (2000-től)

Az adatkezelő rendszer felépítése

Az adatkezelő rendszer követi az adatok előző oldalon felsorolt struktúráját.

A nyitó menü elsődleges csoportosítása a genetikai szintenkénti, valamint réteges mintavételnek felel meg. Ezen belül választhatók a paramétereknek megfelelő csoportosítás, valamint az időszaknak megfelelő csoportosítás.

Paraméterenkénti csoportosítás

A paraméter csoportokkal azonos struktúra került kialakításra, ahol a csoportok egy füles dossziénak megfelelő elérhetőségben szerepelnek. A kiválasztott fülre kattintva az esedékes paraméter csoport adatait láthatók.

Minden adatcsoport egyforma azonosítással van ellátva: jel, sorszám, megyekód, mintajel, év. Így biztosított a mérési eredmények egyedisége.

Az azonosító adatokat megváltoztatva azonnal a kívánt mérési eredményeket láthatók. Ez úgy is elérhető, ha a jobb felső kiválasztó ablakban kerülnek kiválasztásra a kívánt azonosítójú paraméterek.

Időszakonkénti csoportosítás

A vizsgálatok idejének megfelelő csoportosításnál is már előbb ismertetett füles dossziénak megfelelő jelölések találhatók.

A kezelés módja megegyezik a paraméterenkénti csoportosításáéval, csak itt nem a fülre kattintva kapjuk az aktuális időszaknak megfelelő eredményeket, hanem a kiválasztó ablak alatti lehulló menüből kel kiválasztani az esedékes időszakot.

Ekkor az éppen aktuális fül automatikusan aktivizálódik, mégpedig az abban az időszakban mért paraméterekkel feltöltve.

Műveletek a paraméterekkel

Aktuális tétel nyomtatása:

Az aktív fülön szereplő egyedileg azonosított paraméter csoportját lehet kinyomtatni. Nyomtatás előtt lehetőség van a nyomtatandó lista megtekintésére egy előnézeti ablakban.

Térképi ábrázolás:

Az aktív fülön szereplő paramétercsoport területi elhelyezkedését kerül bemutatásra egy egyszerű térkép segítségével.

A különböző jelű pontok eltérő színnel vannak ábrázolva. Egy adott pontra állva az egérrel, a térkép bal felső sarkában a pont azonosítója jelenik meg. Rákattintva a pont mintavételi helyéről készült kép látható.

A pont fényképe:

Az aktív fülön szereplő egyedileg azonosított pont mintavételi helyéről látható egy kép.

Statisztika

Az aktív fülön szereplő paraméter csoport adatairól kapható egy statisztika. A legkisebb, legnagyobb, átlag és szórás értékeket láthatók paraméterenkénti csoportosításban

Szűrés

Az aktív fülön szereplő adatok közül lehet választani különböző szempontok szerint. Az adatok szűrése után már csak a kiválogatott adatok vizsgálata történik, és a kiválasztó ablakban is csak a megfelelő azonosítók látszanak.

A szűrés kapcsoló kikapcsolásával megszüntethető a kiválasztás.

Táblázat

Az aktív fülön szereplő, esedékesen leszűrt adatok láthatók táblázatos formában. Itt lehetőség van a paraméter csoportosítás helyett mintajel, illetve évenkénti csoportosításra. A táblázatban szereplő segédvonalak tetszés szerint ki- illetve bekapcsolhatók a pontosabb vizsgálat érdekében.

Adat

Az aktív fülön szereplő, esedékesen leszűrt adatokat lementhetők további feldolgozás céljából DBF formátumban, illetve Excel táblázatban. A mentés neve, valamint a helye tetszés szerint megadható.

A felhasznált irodalmak jegyzéke

1. International Workshop on Harmonization of Soil Conservation Monitoring Systems (Budapest 14-17 September, 1993)
2. COM (2001) 31 final, Commission Of The European Communities: The Sixth Environment Action Programme, Brussels
3. COM (2002) 179 final, Commission Of The European Communities: Towards a Thematic Strategy for Soil Protection, Brussels
4. EEA (1999b), Environmental indicators: Typology and overview, European Environment Agency, Copenhagen.
5. EEA (2001a), Proposal for a European soil monitoring and assessment framework. Technical report No 61. European Environment Agency, Copenhagen
6. Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer módszertana. (Budapest 1955
7. Adatok hazánk környezeti állapotáról. KGI Környezetvédelmi Intézet (Budapest 1999.)
8. Adatok hazánk környezeti állapotáról. KGI Környezetvédelmi Intézet (Budapest 2000.)
9. Adatok hazánk környezeti állapotáról. Kiadja KGI Környezetvédelmi Igazgatóság (Budapest 2002.)
10. Országos Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer fejlesztése. (Zárójelentés a 8/2/35 fejezeti kezelésű KTM megbízás, BFNTÁ Környezetvédelmi Osztálya,(Budapest, 1998.)
11. A szerves szennyező anyagok mérésével kapcsolatos eredmények a Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer keretében végzett vizsgálatokban. Értékelő tanulmány. BFNTÁ Környezetvédelmi Osztálya, (Budapest, 2000.)

3.5 Levegős monitoring (Légszennyezők monitorozása országos mérőhálózatban)

A légszennyezettség rendszeres vizsgálata, az ország levegőminőségi állapotának ellenőrzése fontos. A legmeghatározottabb légszennyezők ismerete és levegőben való terjedésük, határértékük dokumentálása elengedhetetlen. Ezt szolgálja az országos mérőhálózat is. Feladata a következőkben bemutatásra kerülő légszennyező komponensek mérése.

3.5.1 Légszennyező anyagok

A levegőszennyező anyagokat – szemcseméret függvényében - a következőképpen csoportosíthatjuk:

- Kolloidális anyagok – porok, aeroszolok
- Molekuláris anyagok – gázok, ill. gőzök – mint például a CO_2, SO_2, NO_x, CO, CH_4, NH_3 [4]

A légkörbe jutó szennyező anyagok tekintélyes része természetes eredetű. De mára meglehetősen nagy mennyiségben mesterséges gáz halmazállapotú szennyezőanyagok kerülnek a levegőbe. Ezek az energiatermelés és -felhasználás, a különböző ipari tevékenységek, a szállítás, a gondatlanul végzett munka és műszaki meghibásodás következtében kerülhetnek a környezetbe.

Az elsődleges gázhalmazállapotú légszennyezőkön (CO, SO_2, NO_x, HF, C_2H_4, C_nH_m) kívül a másodlagos szennyezőanyagokkal is számolnunk kell, amelyek oxidáló anyag, sugárzási hő és nedvesség hatására keletkeznek a primer szennyezőkből. [19]

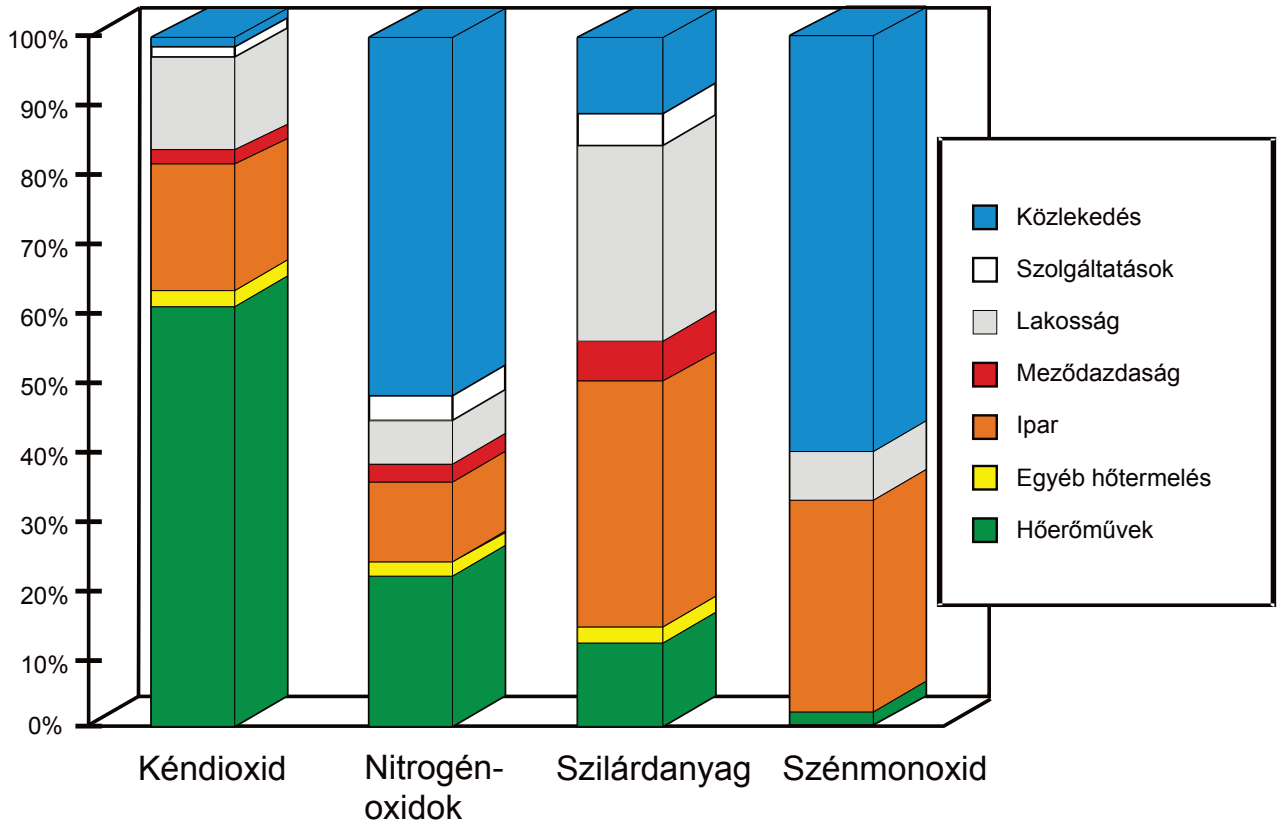
Továbbá meg kell említenünk a zajt, mint szennyező komponenst. A zaj emberre gyakorolt hatása elsősorban a zaj fizikai jellemzőitől függ, de ezt számtalan, az egyéni érzékenységet meghatározó tényező befolyásolja.

A közlekedési zaj kedvezőtlen hatásai közül elsősorban:

- Az alvás-zavar
- A munkatevékenység zavarását és
- A fizikai és pszichikai közérzet zavarását kell kiemelni.[5]

3.5.2 Légszennyezők forrásai

A mesterséges eredetű levegőszennyeződés előidézői közt a legjelentősebbek az energiatermelés, az ipar, a közlekedés és a háztartások fűtése, amint az ábra is szemlélteti.



3.5..2– 1. ábra: Leggyakoribb légszennyezők megoszlási arányai[15]

Közelebbről megnézve a levegő szennyezettségének okait az alábbi területeken kell

keresni:

- ☐ Közlekedés
- ☐ Ipar
- ☐ Mezőgazdaság [27]

Közlekedés

Amíg néhány évtizeddel ezelőtt a közlekedés szerepe nem volt túl jelentős, ma már az egyik legfontosabb tényező. A gazdaság fejlődése a gépkocsik számának növekedését is jelenti, ami együtt jár az emissziós szennyezőanyagok növekedésével. A közlekedés általában port, kormot, különféle szén-hidrogéneket és származékait, kén-dioxidot szén-oxidokat (CO, CO_2,) juttat a levegőbe. Gépjárműveknél a benzin és a levegő keverékének tökéletes égésekor széndioxid (CO2) és víz keletkezik. Tökéletlen égés esetén szénmonoxid (CO), szénhidrogének (CH), nitrogénoxidok (NOx), poliaromás szénhidrogének (PAH-ok), illékony szerves vegyületek (VOC-k), valamint és aeroszolok (szálló por) keletkezésével kell számolnunk. Ezeken túl egy átlagos gépjármű több mint 1000 egyéb szennyezőt, közöttük kormot, Zn-t, Ni-t, Cr-t, benzolt és aldehideket bocsát ki.[27]

A közlekedés legfőképp azért került az első helyek egyikére, mert az ipari szennyezők rendszabályozása, környezetbarát technológiák alkalmazása tisztább termelést von maga után. Továbbá a kevésbé szennyező energiahordozók használata az erőművekben, iparban és a háztartási tüzelésben eme ágazat légszennyező tevékenységét mérsékli. [20]

Ipar

A közúti közlekedés mellett lassan háttérbe szoruló ipari légszennyezés még mindig igen jelentős. Hazánkban a mai napig is az ipar a felelős a környezetbe kerülő veszélyes, mérgező anyagok döntő többségéért. Az összes iparág közül is kiemelkedik az energetikai ágazat, amely különösen jelentős légszennyező.

A következő ábrán megtekinthetjük, hogy milyen iparágak milyen szennyezőket juttatnak környezetünkbe.

3.5.2 - 1.táblázat . A különböző iparágak által kibocsátott légszennyezők.

Iparág	Légszennyező
Cementipar	por, NOx, SO_2, CO, H_2S
Koksztüzelésű kemencék	por, CO, NH_3, H_2S, VOC
Öntöttvas-gyártás	por, nehézfémek, SO_2, NOx
Acélgyártás	finom-aeroszol, CO
Üveggyártás	finom-aeroszol, NOx
Olajfinomítók	VOC, H_2S, SO_2, NOx
Papíripar	finom-aeroszol, SO_2
Hulladékégetés	HCl, nehézfémek, por, NOx, SO_2, CO, dioxinok

Mezőgazdaság

A mezőgazdasági tevékenység részben ugyanolyan anyagokat juttat a levegőbe, mint amilyenek természetes körülmények között is keletkeznek. Mára viszont a mezőgazdaság kemizálódásával egy sereg új, sok veszélyt rejtő anyag került alkalmazásra. Ezen anyagoknak a pora, permete gyakran kerül a levegőbe, különösen ha repülőgépről szórják. [27]

3.5.3 Légszennyezettség mérésének alapelvei

A levegőbe kikerülő légszennyező anyagok mérésére szükség van, hogy azok útját, koncentráció változását, és ez által az emberekre és élővilágra való hatását követni lehessen.

A légszennyezettség mérését a kijelölt mérőponton állandó helyre telepített mérőrendszerrel vagy időszakosan, ismételt, illetve eseti méréssel kell végezni folyamatos vagy szakaszos mintavételi és mérési módszerek alkalmazásával. [11]

A mérőpontokat olyan helymegválasztással és olyan sűrűséggel kell kijelölni, hogy a mért adatok az ország egyes településeit és térségeit levegőtisztaság-védelmi szempontból kellő részletességgel jellemezzék, és a szükséges levegőtisztaság-védelmi intézkedéseket megbízhatóan megalapozzák. [11]

Mivel a meteorológiai előrejelzések ismeretében a szennyező anyagok koncentrációjának várható alakulása pontosabban becsülhető, ezért a szennyező anyagok mérése után elvégzendő

számítások igénylik a meteorológiai mért, és előrejelzett input adatokat (felszíni hőmérséklet, relatív nedvesség, nyomás, keveredési magasság, ülepedési sebesség), valamint a monitoring állomásokon mért levegőminőségi input adatokat (ózon, nitrogén oxidok, szén-monoxid, stb.). A korszerű levegőszennyezettség - előrejelző modellek az 1 és 8 órás átlag koncentrációkon kívül a határérték túllépés területét, mértékét, kezdetét és időtartamát is megadják.

3.5.4 Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat

Előbbiekben bemutatott légszennyező anyagok mérését szolgálja az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat. A hálózat létrehozása állami feladat, ezért a mérőhálózatok működtetésének és fejlesztésének költségei az államot terhelik. A légszennyezettségi állapot javításához szükséges beavatkozások a légszennyező anyagok kibocsátásának csökkentésére irányulnak, ezért a beruházások költségeit alapvetően a szennyező, a magánszféra viseli. Néhány kiemelt célú beruházás megvalósításához pályázati formában elnyerhető támogatás is segítséget nyújt. [30]

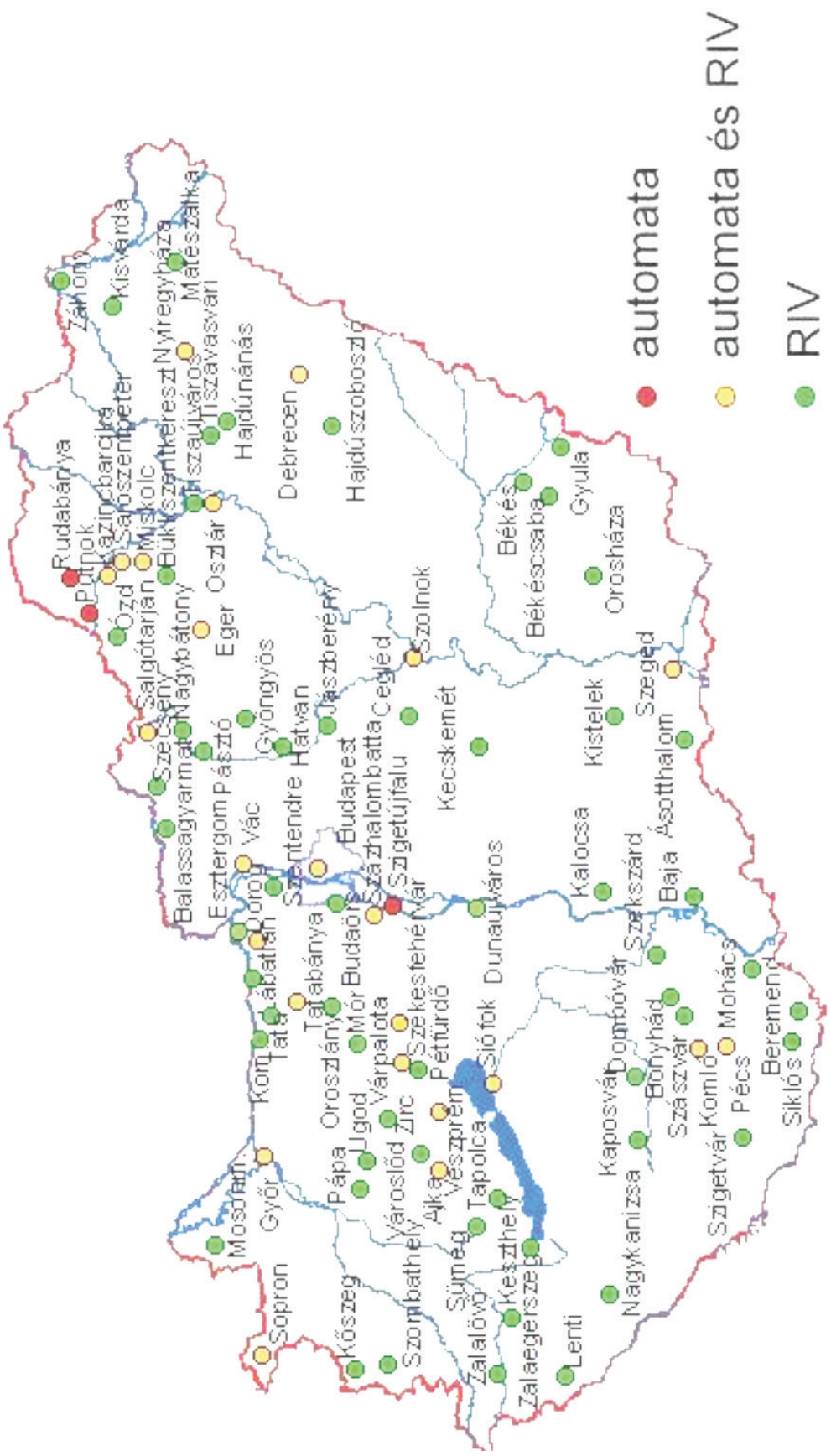
Magyarországon, a településen belüli levegőminőség ellenőrzését régebben az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat (ÁNTSZ) végezte, mára ez a tevékenység átkerült a Környezetvédelmi Felügyelőségek hatáskörébe.

A levegőtisztaság-védelemmel kapcsolatos alapvető feladat- és hatásköröket a 21/2001.(II.14.) kormányrendelet szabályozza. Eszerint az ország légszennyezettségét az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat (OLM) segítségével rendszeresen vizsgálni és értékelni kell. A mérőhálózatot a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium (KvVM) irányítása mellett a Környezetvédelmi Felügyelőségek üzemeltetik

A szakmai és minőségirányítási koordinációs feladatokat a KvVM irányítása mellett a Levegőtisztaság-védelmi Referencia Központ (LRK) végzi. Az LRK felelős a mérőhálózat minőségirányítási feladataiért, a minőség ellenőrzési feladatok ellátása érdekében akkreditált kalibráló laboratóriumot üzemeltet és Nemzeti Referencia laboratóriumként biztosítja a mérőhálózati mérések összehasonlíthatóságát.

Az OLM adatainak gyűjtését, végleges érvényesítését, feldolgozását és értékelését, a hazai és nemzetközi adatszolgáltatást, valamint a közönségtájékoztatást az Országos Légszennyezettségi Adatközpont (OLA) végzi. Az adatok az OKK-OKI-ban működő adatkezelő központban kerülnek részletes feldolgozásra. [30]

A mérőállomások felépítésük és működtetésük szerint három fő típus egyikébe sorolhatjuk. Az OLM az automataműködésű (on-line) mérőhálózatból és a manuális (szakaszos) mérőhálózatból áll. Továbbá meg kell említenünk a mobil mérőállomásokat. A következő képen az országban található mérőpontoknak az elhelyezkedését láthatjuk.



3.5.4 – 1. ábra: Az országos mérőhálózat pontjai [16]

Amint látjuk a mérőpontok az ország bizonyos régióiban sűrűn helyezkednek el, de egyes területek szinte beépítetlenek. A lokális szinten való részletes információszolgáltathoz éppen ezért ez nem elegendő.

Automata mérőhálózat

Az automata mérőhálózat 32 településen 60 mérőállomást foglal magába. Az automata mérőállomások a kiemelt jelentőségű légszennyező anyagokat (SO_2, NO_2/NO_x, O_3, CO, szálló por, ólom, benzol) mérik. A mérőállomások adatai a környezetvédelmi felügyelőségeken működő alközpontokba, onnan pedig az Országos Légszennyezettségi Adatközpontba jutnak on-line módon.

Ezt a rendszert egyszerűen csak monitor-hálózatnak is szokták nevezni. Jellemzője a nagyfokú automatizáltság. Az automatikus elemzők jelei telefonvonalon, vagy URH-n érkeznek a központba, ahol számítógép tárolja a beérkezett adatokat. A mérőeszközöket és tartozékokat rendszerint konténer-házakban helyezik el. A pillanatnyi helyzet térképen vagy digitálisan jelenik meg. A központ a mérőegységekkel interaktív kapcsolatban áll, a készülékek kezelése részben központi utasítással is lehetséges. [24][10]

A hálózat üzemeltetése elsősorban műszeres mérnökök, technikusok feladata. A rendszer kiépítése költséges, de a legtöbb információt ez szolgáltatja. Megtervezése és kivitelezése viszonylag hosszú időt igényel. A füstköd intézkedési terv (szmog-riadó terv) bevezetése valamely településen csak on-line mérőrendszer megléte esetén lehetséges.

A legtöbb információt gyorsan és folyamatosan jelenleg az automata mérőpontok szolgáltatják, de ezek helyhez kötöttségük miatt csak arra a kisebb területre adnak átlagértékeket.

Adataik elérhetők az Interneten a következő címen: http://www.kvvm.hu/olm

3.5.5 Manuális mérőhálózat

A manuális mérőhálózat (korábbi nevén: RIV: Regionális Immisszió Vizsgáló Hálózat) közel harminc éves múltra tekint vissza. A minták elemzését a szakaszos (24 órás) mintavételt követően a környezetvédelmi felügyelőségek akkreditált vizsgáló laboratóriumaiban végzik, a vizsgálati eredmények a felügyelőségi alközpontokba, majd végül az Országos Légszennyezettségi Adatközpontba kerülnek.

Az egész országot lefedő hálózat, a RIV "off-line" mérőhálózat, amelyben a mérések kiterjednek a kén-dioxid, a nitrogén-dioxid és az ülepedő por koncentrációjának meghatározására. A vizsgálatok egységességét a központi koordináláson kívül 37 országos szabvány is biztosítja. [35]

A RIV lényege, hogy az állandó mérőpontokon kihelyezett műszerek üzemelnek, amelyek lehetnek automatikus elemzők, automatikus mintavevők, vagy kézi kezelésűek.

Legfőbb tulajdonságai:

- A mérési eredményeket időszakosan, általában havonként értékelik.
- A kihelyezett műszerek fajtájuktól függően, naponta vagy hetenként szorulnak kezelésre.

- A szakemberigény elkerülhetetlen, vegyészek, vegyésztechnikusok és a begyűjtést végző segédszemélyzetre van szükség.
- A szolgáltatott információk a számos célnak megfelelnek, de gyors beavatkozást nem tesznek lehetővé.
- A mérőállomások szükség esetén könnyen áthelyezhetők.
- Beruházási igénye mérsékelt.

Tervezése során figyelembe kell venni, hogy mérőműszereket elhelyezni leginkább közhivatalokban, környezetvédelmi, vagy egészségügyi intézményekben, iskolákban vagy üzemek laboratóriumaiban lehet. Ilyen helyeken megoldott a megőrzésük, sőt esetenként kezelőszemélyzet is kikerülhet az ott dolgozók közül.

A RIV hálózatban a következő mintavételek történnek:

kén - dioxid	89 település és régió 314 mérőhelyén
nitrogén - dioxid	89 település és régió 314 mérőhelyén
ülepedő por	117 település és régió 640 mérőhelyén
szálló por	27 település 38 mérőhelyén
ólom	23 település 26 mérőhelyén

A RIV mérőhálózat üzemeltetésének gyakorlata

Egy mérőhálózat mérési eredményei akkor kompatibilisek egymással, ha:

- azonos szempontok szerint kijelölt mérőpontokon
- azonos elvek szerint működő mintavételi készülékkel vett minták
- azonos analitikai módszerrel elvégzett laboratóriumi meghatározása után
- a mérési eredmények azonos elvek alapján elvégzett értékelése megvalósul.[35]

A RIV mérőhálózat jelenlegi állapotában megfelel ennek a követelményrendszernek. Az általános továbbfejlesztési koncepció elkészítése folyamatban van. A továbbfejlesztési tervtanulmány, az EU irányelveket követve, a hazai viszonyok, a környezetvédelmi és közegészségügyi szempontok figyelembe vételével határozza meg az új műszaki-technikai és informatikai rendszer működtetési és adatszolgáltatási követelményeit. A korszerűsítési program megvalósításának részét képezi a meglévő mintavevő készülékek lecserélése típusalkalmassági vizsgálat alapján kiválasztott, új, korszerű készülékekre.[35]

Egyértelmű hogy előbb jellemzettek alapján a manuális mérések előnye, hogy nem helyhez kötöttek - ami nagyobb rugalmasságot ad a mérésnek - ugyanakkor azonban a mérés hosszadalmas kivitelezése, és értékelése lényegesebb kevesebb adatot szolgáltat és azok nem naprakészek.

Időszakos mintavételezés

Mobil mérőállomások alatt műszerekkel felszerelt gépkocsikat érthetünk. Ezek járják be a 'kiszemelt' mérőpontokat és szúrópróbaszerű vizsgálatokat végeznek időszakosan. A legegyszerűbb esetben kézben hordozható mintavevővel is végezhetők a vizsgálatok. Az ilyen mérések információtartalma korlátozott, előnye viszont gyors bevezethetősége és olcsósága. Természetesen ez esetben is fontos feltétel az egységes mintavételi és analitikai eljárás, adatfeldolgozás. [10]
Az időszakos, rendszeres mérések célszerűen mérő-gépkocsival végezhetők el, melyek mintavevők és automatikus analizátorok üzemeltetésére alkalmasak. Előnyös, ha önálló áramellátással rendelkeznek. A gépkocsival szemben támasztott követelmények: legyen fűthető, hűthető és felállva járható. A korszerű mérő-gépkocsikon meteorológiai műszerek és adatkezelő rendszerek vannak.

Az ilyen mérések gyorsak, aktuális információkat közölnek, de a kevés számú, megfelelő felszereléssel rendelkező gépjármű miatt csak a szükséges helyeken végeznek méréseket. Általános információgyűjtő szerepet (például teljes városi levegőmonitorozás) nem vállalhatnak. A kézben hordozható mérések szintén csak időszakosak, de olyankor az adatgyűjtés céljából a térbeliség, és akár az időbeliség visszaadására is kielégítő adatsor gyűjthető megfelelő mennyiségű műszer használata mellett.

Bármelyik típusú mérésnél törekedni kell az alkalmazott műszerek egységesítésére. A mérőhálózatok üzemeltetése központi irányítást igényel, amely előírja a mérési eljárások rendjét, biztosítja az egységes anyag- és eszközellátást, a szervizmunkálatok elvégzését, a személyzet kiképzését és továbbképzését, az adatok gyűjtését, feldolgozását és hatékony felhasználását.

3.5.6 Monitor állomások adatainak kezelése a mérőhálózatban

A monitor állomások esetében a végső cél a már említett egységes adatkezeléssel rendelkező, országos on-line rendszer kiépítése, melynek központja az Országos Környezetvédelmi Információs rendszer lesz, termináljai pedig minden érintett szervezetnél telepítésre kerülhetnek. Jelenleg többféle adatkezelő rendszer van használatban.

A monitor állomások mérési adatainak nyilvántartását a rendszerhez tartozó számítógépes program végzi. Az archiválás szerves részét képezi a rendszernek. Ez történhet mágneslemezre (ez a legkevésbé megbízható), DAT kazettára, streamer-re vagy CD-re. A digitálisan tárolt adatok értelmezésére képes program biztonsági másolata (telepítő program) is szükséges, hogy a telepített program meghibásodása esetén is előhívhatók legyen az adatok. A nyers mérési adatok a mérőállomáson és az alközpontban működő számítógépen is tárolva vannak, ez a redundancia növeli a biztonságot.[34]

RIV adatok kezelése a hálózatban

Az adatáramlás a RIV hálózatban a következőképp történik. A mérést végző intézetekben a Központtól kapott adatbázis-kezelő programcsomaggal kezelik az adatokat. Ez tartalmaz adatrögzítő, adatnéző, többféle értékelő és egy konvertáló programot. Az adatokat havonta rögzítik, majd a konvertáló programmal az utoljára rögzített adatokat egy text fájlba konvertálják. Ezt a text fájlt küldik el e-mail-ben a Központba. A text fájlból a Központban egy másik konvertáló programmal viszik be az adatokat az adatbázisba.[34]

3.5.7 Légszennyezők mérési módszerei az országos mérőhálózatban

A levegőminőség folyamatos minősítéséhez folyamatosan szolgáltatott adatokra van szükség. Ehhez megfelelő mérési módszereket kell választanunk, amelyek ezen igényünket kielégítik.

A légszennyező anyagok mérésére léteznek gyorstesztek és nagyműszeres vizsgálatok. A szennyező gázokat, optikai vagy elektrokémiai módszerekkel mérik a levegőben. Megvilágítják a levegő egy részét valamilyen speciális fénnyel (ultraibolya /UV/, infravörös /IR/, vagy látható fénnyel a gáztól függően), majd egy detektor méri, hogy mennyi fényt nyelt el a gáz. Ez az egyik legegyszerűbb mérési módszer.

Ezen módszerek alapja, hogy egy-egy gáz a rá jellemző hullámhossztartományban nyel el fényt, melyből ki lehet számítani az adott gáz koncentrációját. [10]

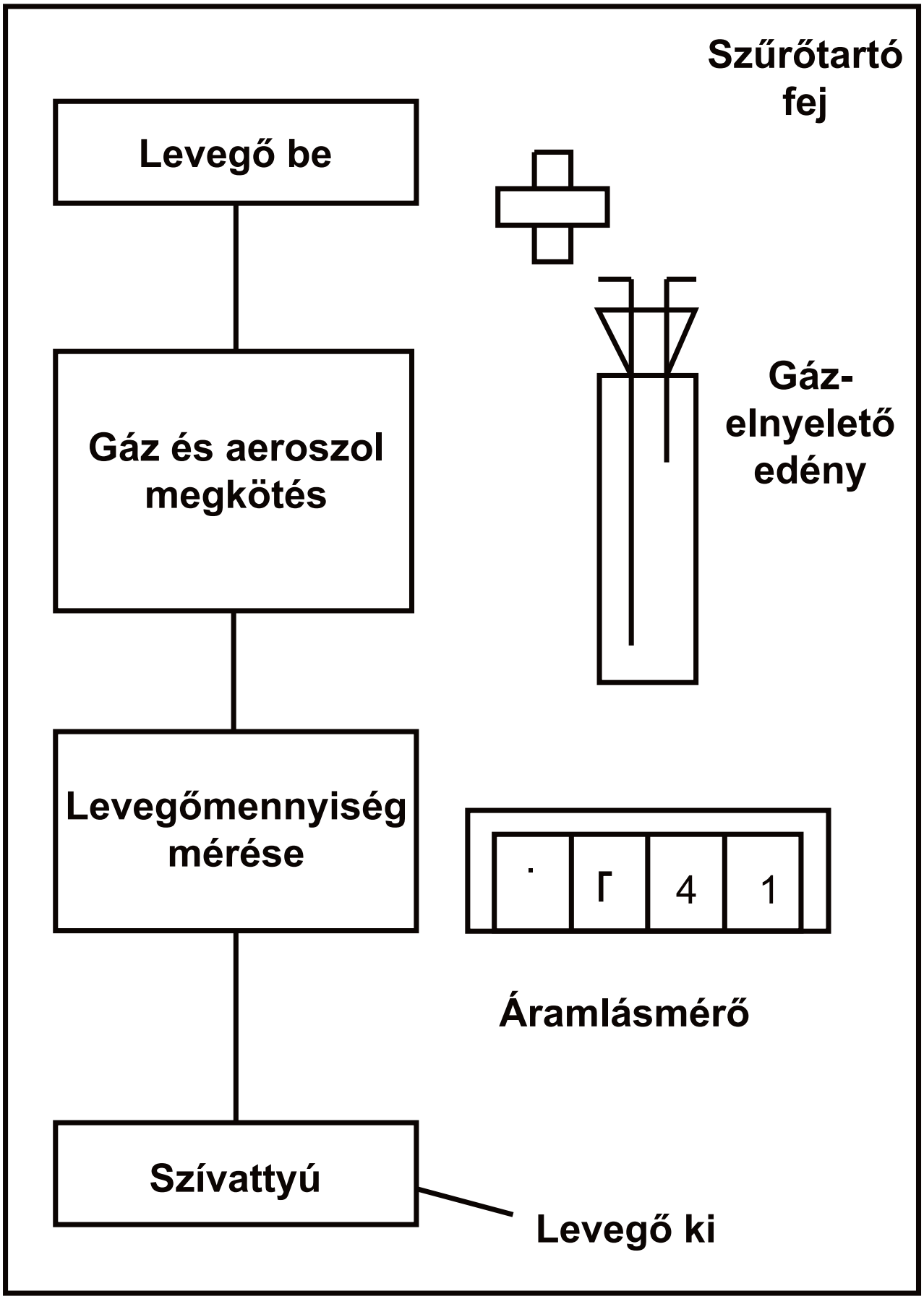
A mérőhálózatban végzett valamennyi vizsgálat érvényes MSZ és MSZ-ISO szabványok szerint történik. Az elévült szabványok EU konform korszerűsítése folyamatban van. A környezeti levegővizsgálati szabványok tartalmazzák a célkomponens meghatározásának elvét, módját, eszközeit és az analitikai eljárás pontos leírását, beleértve a vizsgálati eredmény $\mu g/m^3$, ill. $g/m^2$30 nap dimenzióban történő kiszámítási módszerét is. Az adatközpont csak az egységesen feldolgozott mérési eredmények fogadására alkalmas. A mérési eredményeket a jogszabályban meghatározott határértékekhez viszonyítva értékelik, és az értékelés alapján állapítják meg a légszennyezettség mértékét.

A mérőhálózat működtetése alapvetően három részfeladat köré csoportosítható:

- mintavétel
- laboratóriumi analízis
- értékelés, vizsgálati jelentés készítése.

A környezetvédelmi analitika más szakterületeihez viszonyítva a levegő vizsgálatok végzésében a mintavétel kiemelt jelentőséget kap. A mintavétel során rendszerint megtörténik a laboratóriumi meghatározást előkészítő folyamatok jelentős része, mint például a célkomponens szelektív elkülönítése a megfelelő kemoszorpciós elnyeletű reagens alkalmazásával.[10]

A mintavétel elve: A mérés során a mintázandó levegőt átszívatjuk a szabványban előírt térfogatáramú szivattyúval a mintavételi anyagon a mintázandó célkomponens szelektív elkülönítése céljából, a vizsgálati módszer érzékenységétől függő, jól mérhető mennyiségben.[10]



3.5.7 – 1. ábra: A szilárd és gáznemű légszennyezők mintavételi módszerének vázlata

A manuális mérőhálózat mérései

A manuális mérőhálózatnak a következő légszennyező komponensek vizsgálatát kell elvégezni:

- SO_2 és NO_2 komponensek mintavétele (folyamatos 24 órás) és analitikai vizsgálata;
- Ülepedő por mintavétele (folyamatos havi) és gravimetriás meghatározása;
- Szállópor mintavétele, gravimetriás meghatározása, valamint a mintából (ahol lehet PM_{10} mintából) nehézfémek (pl. ólom és kadmium) meghatározása.

Ezen mérések szabvány szerint végezendők, hogy a szolgáltatott adatok összehasonlíthatók legyenek, és a már létező adatokkal együtt lehessen alkalmazni őket.

A mérések és analizálások időigényesek. Ez mind a mintavétel előkészítésénél, annak kivitelezésénél, és a későbbi kiértékelésnél is elmondható.

A minta előélete és a laboratóriumi mérési eredmények szervesen összetartoznak, dokumentálásukat célszerű az értékelés egyszerűsítése érdekében együtt végezni.

A mintavétel könnyű kivitelezhetőségével szemben az exponált minták analízise intenzív laboratóriumi hátteret (spektrofotometria, ionkromatográfia, gázkromatográfia) igényel.

Az automata mérőhálózat mérései

A hálózatban üzemelő, de már nem gyártott készülékek megjelenésük idején kielégítették az akkori műszaki minőségi követelményeket. Mivel a légszennyező komponensek meghatározásakor a vizsgálat pontosságának alapvető tényezője az átszívott levegő térfogatának pontos ismerete, olyan megbízható mintavételi készülékkel kell dolgozni, amelynél ez a követelmény teljesül. (A levegővizsgálatok hibája automata méréseknél döntő mértékben a mintavételnél adódik.). A beállított térfogatáram ellenőrzésére OMH által hitelesített térfogatáram-mérőt használják. A mérőhálózatban működő készülékek meglehetősen régi beszerzésűek és eléggé elhasznált állapotban vannak. Ezért véges időn belül sor kerül a készülékek cseréjére. [10]

Komponensek mérése:

- **CO mérés**: Az MSZ 21456/5 számú "A levegő gázszennyezőinek vizsgálata Szén-monoxid tartalom meghatározása" című szabvány tartalmazza a mérés leírását. A mérés alapja a fényelnyelés, melynek mértéke arányos a vizsgált gázelegy szén-monoxid tartalmával, így meghatározható a szén-monoxid koncentrációja.
- **Szállópor mérés**: referenciamódszerét az MSZ ISO 10473 számú "Lebegő szilárd részecske meghatározása β abszorpcióval" című szabvány tartalmazza. A levegőminta portartalmát üvegszál szűrőn fogják fel. A mérési módszer a por β sugár abszorpcióját használja fel. A mérési eredményt a tiszta és poros szűrő elnyelésének különbsége adja.
- **Nitrogén-oxidok mérés**: referencia módszere a kemilumineszcencia, a NO molekulák O_3 molekulákkal történő oxidációján alapul. Az MSZ ISO 7996 tartalmazza a leírást.

- **Az ózon mérése**: meghatározása UV fotometriás módszerrel történik. MSZ 221456-26 sz. " A levegő gázszennyezőinek vizsgálata az ózon meghatározása UV fotometriás módszerrel" című szabvány tartalmazza
- **Kén-dioxid mérés:** referencia módszere az UV fluoreszcencia. Az MSZ 21456-37 számú szabványban olvashatjuk részletesen.
- **Összes nem-metán szénhidrogén** (TNMH) tartalom mérése a mérőhálózatban: A mintagáz teljes nem-metán szénhidrogén tartalmát katalitikus kivonás után lángionizációs detektor elvén mérik a mérőhálózat néhány állomásán. Benzol vizsgálatára ad meg referencia módszert a KöM rendelet, részben az MSZ 21456/16 számú szabványban.[10]

Amint látható mindegyik komponens mérésére külön műszert kell alkalmazni. Ami rendkívül forrásigényes.

3.5.8 Meteorológiai mérések

A meteorológiai paraméterek és az egyes szennyező anyagok közötti szoros kapcsolat egyértelmű. A különböző szennyező anyagok alakulása más és más meteorológiai elemtől függenek jobban.

A szélsebesség és szélirány alapvető paraméter a légszennyező anyagok horizontális transzportja szempontjából. A legszorosabb korrelációs összefüggés a légszennyezettség és a szél között mutatkozik. Ez a légszennyezettség és a szélsebesség egyértelmű, fordított arányú kapcsolatára utal. [10]

A meteorológiai paramétereket OBSERMET gyártmányú érzékelők mérik a mérőhálózatban. Minden mérőállomáson a következőkben felsorolt paraméterek mérése történik. Manuális mintavételezésekkor ezek közül a fontosabbakat és a mérés szempontjából meghatározó paramétereket mérik.[10]

- szélirány
- szélsebesség
- hőmérséklet
- páratartalom
- napsugárzás mérése
- csapadék mennyisége és fajtája
- valamint megyénként egy helyen légnyomásmérés.

A meteorológiai adatokat felhasználhatjuk:

- a levegőmennyiség-mérés (térfogat-mérés) korrigálására és
- a szennyezettség meteorológiai összefüggéseinek megállapítására.

Ez utóbbi elsősorban a légkörbe került szennyezőanyagok hígulására, terjedési irányára és sebességére vonatkozó körülményeket jelenti.

A fenti meteorológiai paraméterek mérésére ma már rutinszerűen használják az elektronikus szenzorokkal és számítógépes adatgyűjtővel felszerelt mobil állomásokat. Előnyös tulajdonságuk, hogy alkalmazásukkal lehetőség van valamennyi paraméter egyidejű mérésére igen finom időbeli felbontásban. A szenzorok által szolgáltatott jeleket adatgyűjtő kezeli, illetve tárolja. Lehetőség van különböző típusú statisztikai vizsgálatok elvégzésére, nagy időbeli felbontásban.[10]

Ha megfelelő elektronikus eszközök nem állnak rendelkezésre, a meteorológiai elemek mérése hagyományos úton is történhet. A hőmérsékletet általában higany- vagy borszeszhőmérőkkel mérik. A gyakorlatban a legalkalmasabb az Assman-féle respirációs pszichrométer használata, amely a hőmérséklet mellett a relatív nedvesség meghatározására is használható. A szélirányt úgynevezett szélzászlóval mérik a meteorológiai állomásokon, amely egy függőleges tengely körül szabadon elforduló, iránystabilizáló felülettel ellátott test. [10]

3.5.9. Irodalomjegyzék

Felhasznált irodalom

[1] Detrekői Á.- Szabó Gy.: Bevezteés a térinformatikába – Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest , 1995
[2] Dr. Várkonyi T. – Cziczó T.. A levegőminőség vizsgálata - Műszaki Könyvkiadó, 1980
[3] Dr. Szepesi D.: A levegőkörnyezet tervezése. – Műszaki Könyvkiadó, 1981
[4] Papp S. – Rolf K.: Környezeti kémia – Veszprémi Egyetemi Kiadó, 2005
[5] Dr. Buna B.. A közlekedési zaj csökkentése – Műszaki Könyvkiadó, 1982
[6] Dr. Mészáros E.. Légkörtan, Veszprémi Egyetem, Veszprém, 1993
[7] Magyar I.: Térinformatika környezeti menedzsereknek – Kézirat, VE Környezetmérnöki és Kémiai Technológia Tanszék, Veszprém, 1995
[8] Dr. Kováts A.: Zaj- és rezgésvédelem – Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém, 1995
[9] Dott. Crema Luigi: ETL bus and thickfilm technology presentation,, Veszprém, 2005
[10] Dr. Bozó L. , Györgyné V. I. , Ivanics I. , Dr. Vaskövi B. , Dr. Várkonyi T.: Környezeti levegőszennyezettség mérésének gyakorlata, Kézikönyv az imisszió vizsgálatához, Budapest 2001
[11] 17/2001. (VIII. 3.) KöM rendelet, A légszennyezettség és a helyhez kötött légszennyező források kibocsátásának vizsgálatával, ellenőrzésével, értékelésével kapcsolatos szabályokról, 4. § (1) rendeletek
[12] DustTrak Aerosol Monitor 8250 modell – Kezelési és szerviz útmutató, 2000
[13] Tájékoztató Veszprém Megyei Jogú Város környezeti állapotáról, 2004
[14] Bogdán O.: Veszprém környezeti állapotának felmérése térinformatikai módszerekkel, diplomadolgozat Veszprémi Egyetem, 1997
[15] Kádár E.: Légszennyezés és levegőminőség hazánkban, Eötvös Lóránd Tudományegyetem

[16] dr. Bozó L. , dr. Szlávik J., dr.Vaskövi B., Váraljai I.: Az 1990-2003 közötti időszak levegőminőségének értékelése
[17] Priksz G.: Környezeti Információs rendszerek szerepe a lakossági tájékoztatásban, Környezetállapot értékelés Program, Pályázati tanulmányok 2003-2004

Internetes hivatkozások
[18] http://www.met.hu/omsz.php?almenu_id=misc&pid=metsuli&mpx=0&pri=1&sm0=&dti=8&tfi=0
[19] http://zeus.sze.hu/ejegyzet/ejegyzet/levved/levego/node79.htm
[20] http://www.hik.hu/tankonyvtar/site/books/b108/ch03s02s01.html
[21] http://gisfigyelo.geocentrum.hu/kisokos/kisokos_kornyezeti_informacios_rendszer.html
[22] http://www.agt.bme.hu/tutor_h/arcview/av/av1.htm
[23] http://www.boreas.hu/HUN/temperat.htm
[24] http://www.antsz.hu/oki/levego/Levego.html
[25] http://www.antsz.hu/oki/oki13.htm#lev_1
[26] http://www.kornyezetunk.hu/belso/legkor15.html
[27] http://komo.vein.hu
[28] http://ion.elte.hu
[29] http://www.eurolarm.hu/index.php?menu=6&lang=hun
[30] http://www.magyarorszag.hu/eu/tudasbazis?qid=49
[31] http://www.alarmix.org/nekapi/12/12es.htm
[32] http://ion.elte.hu/~akos/kflab/zaj.html
[33] http://www.alarmix.org/nekapi/04/04es.htm
[34] http://www.olm.hu
[35] http://www.kvvm.hu/cimg/documents/Manu_lis _m_r_h_l_zat__ zemeltet_se.doc
[36] http://www.kvvm.hu/dokumentum.php?content_id=412&section_id=1
[37] http://www.portalbin.njszt.hu/neukong2003/ea1016/bozo.doc
[38] [http://www.otk.hu/cd9198/1995/divenyipal.htm]
[39] http://www.neumann-centenarium.hu/kongresszus/prog16.html?v%5Bid%5 D=62 – Bozó P.:Környezeti információs rendszer, VII. Országos Neumann Kongresszus

További felkeresett internetes oldalak
http://www.unitec-srl.com/StaticoUK/etl_2000UK.htm
http://www.unitec-srl.com/StaticoUK/prodotti.htm#
http://www.antsz.hu/oki/oki13.htm
http://www.kvvm.hu/linkekkateg.php?category_id=1
http://www.mentha.hu/bfvt/213.html
http://www.otk.hu/cd02/1szek/LelkesGy%C3%B6rgy.htm
http://www.hik.hu/tankonyvtar/site/books/b108/ch03s03s01s01.html

http://www.alarmix.org/nekapi/04/04es.htm
http://www.kornyezetunk.hu/belso/e17.html
http://www.zoldfelulet.hu/unio.php?id=32
http://www.magyarorszag.hu/eu/tudasbazis?qid=49
http://www.antsz.hu/oki/nekap/oki_nekapb_4.htm
http://www.kvvm.hu/dokumentum.php?content_id=636&section_id=0
http://www.otk.hu/cd9198/1995/divenyipal.htm
http://www.agt.bme.hu/tutor_h/terinfor/t25.htm
http://www.reps.com/REPSS_Lines/TSI/TSI_-_Aerosol_Monitors...
http://www.altarta.com.an/productinfo.aspx?prodid=16
http://www.levitt-safety.com/WhatsNew/TSI/dusttrak.htm
http://www.tsi.com
http://www.aerosol.hu/tervezett_tevékenység.html#8._feladat_
http://www.ara-bme.hu/~balco/legszennyezettseg
http://www.kornyezetunk.hu/belso/j18.html
http://www.ddkvf.hu/Imisszio/imisszioen.htm

3.6 GPS és GNSS alkalmazása a helymeghatározásban és a térinformatikában

A fejezet a különböző típusú műholdas helymeghatározó rendszerekről, ezen belül részletesebben az amerikai GPS-ről, a műholdas helymeghatározás során fellépő távolság- és időmérési problémák matematikai és fizikai alapjairól, a gyakorlatban alkalmazott mérési módszerekről és a vevőkészülékek típusairól, valamint a műholdas helymeghatározás közeljövőben várható fejlődési irányairól és a mobil térinformatikai alkalmazási lehetőségekről ad összefoglaló áttekintést.

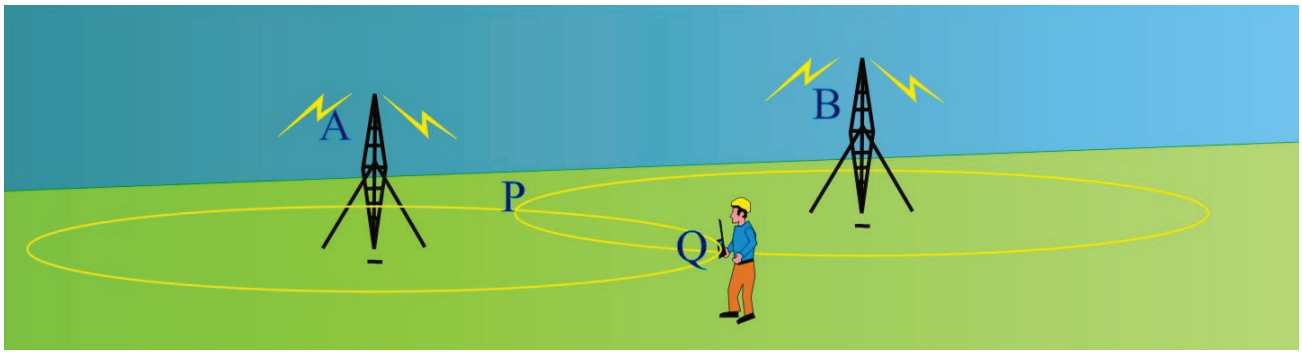
3.6.1. Az alapötlet

Rádiónavigáció

A múlt század közepén fejlesztették ki a rádiójelek terjedési idejének mérésén alapuló távolságmérési technikát. Az alapötlet szerint, ha egy adóállomásról kisugárzott és egy vevőberendezéshez beérkezett rádiójel haladási idejét ismerjük, akkor az adó és a vevő közötti távolságot is meg tudjuk határozni, mert a rádióhullámok terjedési sebessége a fénysebességgel egyezik meg, azaz 300 000 km másodpercenként és ezt megszorozva a terjedési idővel megkapjuk a keresett távolságot. A pontos időmérés alapkövetelmény, mert egy másodperc egymilliomod része alatt a jel kb. 300 méteres távolságot tesz meg. A megfelelő pontosságú helyzet-meghatározáshoz az időmérés pontosságát legalább egy nanoszekundumban határozták meg.

Hogyan határozható meg a vett rádiójelek alapján a pozíciónk?

Egy ismert *A* helyen lévő adó rádiójeleit venni tudjuk készülékünkkel és az adó koordinátáit beprogramoztuk a speciális vevőnkbe. A távolság kiszámítása után helyzetünk még nem meghatározott, de tudjuk, hogy pozíciónk a vevőtől, mint középponttól, a kiszámított sugarú körvonalon található. Mérjük meg távolságunkat egy másik *B* adóállomástól is, ekkor a lehetséges pozícióink száma kettőre, a két körvonal metszéspontjaira: *P,Q* szűkül.



3.6.1 – 1. ábra Rádiós helymeghatározás alapelve

Egy harmadik *C* adótól is megmérve a távolságunkat a pontos pozíciónk már egyértelműen meghatározható.

A kezdeti rádiónavigációs rendszerek alapját ezek a földfelszín ismert pontjain elhelyezkedő *A,B,C, stb.* rádióállomások jelentették. A távolság mérésére különböző trükkös megol-dásokat dolgoztak ki a késleltetési idők és fázisszögek kimérésével (pl. a LORAN[9] rendszerben). De a földi irányadókra épülő rendszerek mindegyikének közös problémája, hogy a rádióadók vételi körzete és vételi lehetőségei korlátozottak, esetlegesek és lényegében az adók és a meghatározandó pont közel azonos síkban való elhelyezkedését vették alapul. (Egy adótól 4 kilométerre 3000 méter magasságban szálló repülőn ugyanazt az adatot mérjük, mint az adóval azonos tengerszint feletti magasságon, 5 kilométerre levő járművön.) Ez a hajózásban még elmegy, de a repülésben már nem.

Műholdas navigáció

Az előbbiekben említett problémák (korlátozott lefedettség, csak vízszintes pozíció) megoldására a rádióadókat műholdakra telepítették, amelyek kellően nagy magasságú pályáikról biztosítják a globális lefedettséget, vagyis a Föld bármely pontján megfelelő számú műholdjel vételét.

[9] LORAN (LOng RAnge Navigation): 1950-es években kiépített rádiónavigációs rendszer. A rendszer minden láncszeme legalább négy adóból áll, kb. 800 km-es útvonalat fed le és a láncszemek hálózata alkotja a teljes rendszert, pl. az USA nyugati partján a navigációt két láncszemmel biztosították. Nem globális rendszer, csak a földfelszín 5 %-án tette lehetővé a navigációt. Pontossága kb. 250 méter.

A rendszer alapelve megegyezik a földi rádiónavigációs rendszer elvével, a különbségek a következőkben foglalhatók össze:

- képes háromdimenziós helymeghatározásra,
- a műholdak helyzete folyamatosan változik (nem állandó, mint a földi rádióadóknál), pillanatnyi pozíciójuk ismeretének pontossága befolyásolja a meghatározni kívánt helyzet pontosságát.

Az első műholdas rendszerek egyike a Transit[10] volt, melynek fejlesztése és kiépítése során szerzett tapasztalatok nagyban hozzájárultak a manapság is használatos helymeghatározó rendszerek (GPS, GLONASS) születéséhez és működéséhez.

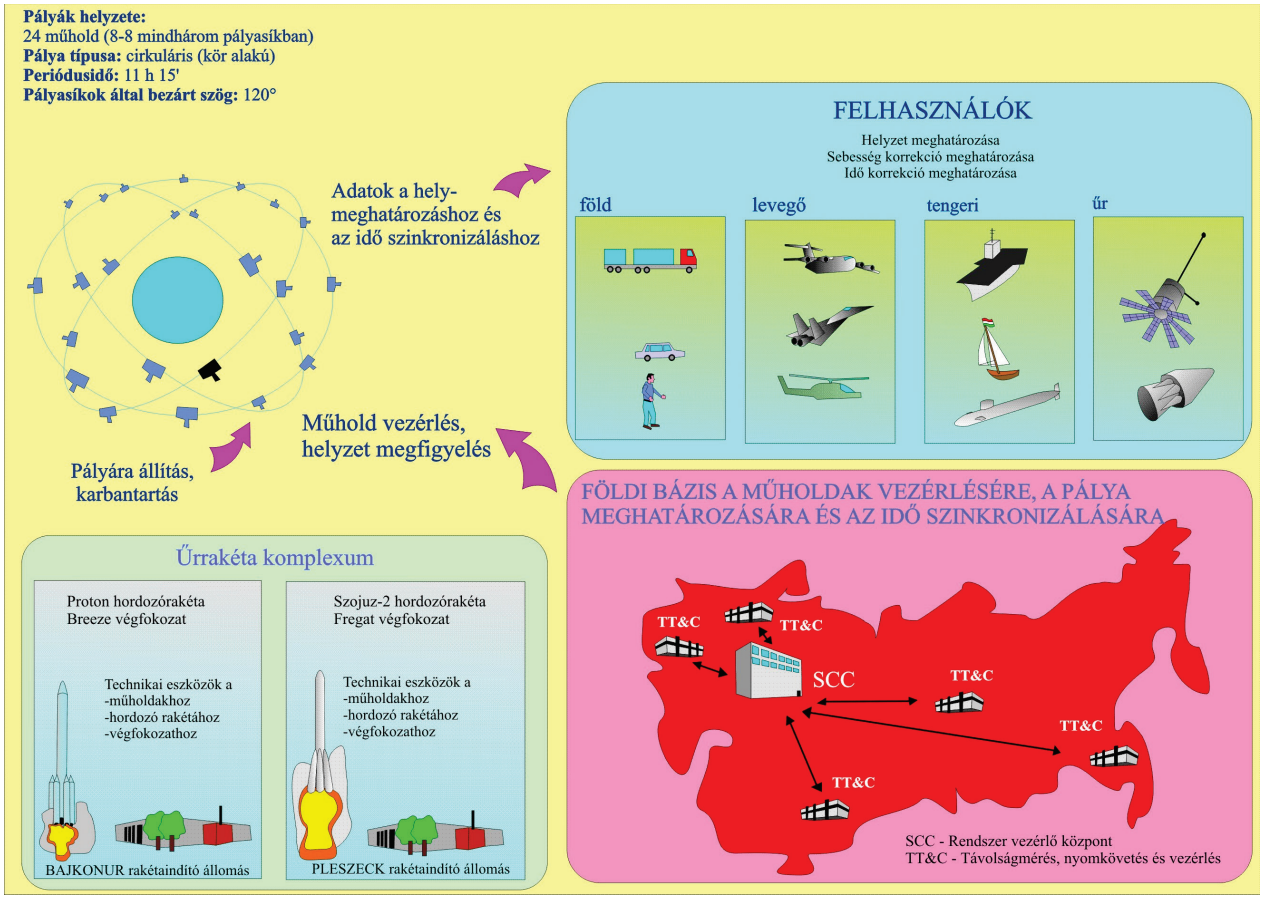
3.6.2 Műholdas helymeghatározó rendszerek

Az orosz GLONASS

Az első GLONASS (GLObal NAvigation Satellite System) műholdat 1982 októberében lőtték fel. A teljes kiépítésben a 24 darab GLONASS műhold 19 100 km-es magasságban, közel kör alakú pályán kering három pályasíkban (inklinációja 64.8º), melyek 120º-os szöget zárnak be egymással. A pályánként 8 műhold egyenlő távolságra van egymástól, egy teljes pálya megtétele kb. 11 óra 15 percig tart. A műholdak pályáját úgy tervezték meg, hogy egyszerre legalább 5 holdat lásson a felhasználó.

A rendszer műholdjai két jelet sugároznak folyamatosan: a SP szabványos pontosságú jel (57-70 m pontosság), a HP katonai jel pedig nagy pontosságú. A polgári felhasználók számára csak az SP hozzáférés engedélyezett, ezt azonban nem rontják el mesterségesen. 2006. novemberben 16 pályán lévő műhold közül 11 működött rendszeresen, így a rendszer helymeghatározási feladatokra már alkalmazható és a kombinált GPS/GLONASS vevők is megjelentek és elterjedőben vannak. További információk: http://www.glonass-ianc.rsa.ru/

[10] Az USA Haditengerészete számára 1961-ben fejlesztették ki, polgári felhasználása 1967-ben kezdődött, és 1994-ben a rendszer működésével együtt fejeződött be. Alapvető célja a tengerészeti navigáció volt, de hasznosították geodéziai célokra is, amelyet hosszú észlelési idő, utófeldolgozás és viszonylag alacsony, 1 méter körüli pontosságok jellemeztek. A mérés alapelve az volt, hogy a vevő a földi pont és a műhold távolságának megváltozását határozta meg egy megadott időintervallumra a Doppler-elv alapján.



3.6.2 – 1. ábra GLONASS rendszer tájékoztató anyaga

Az amerikai (USA) GPS

A NAVSTAR (Navigation System with Timing and Ranging) GPS fejlesztését az Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma (DoD) kezdeményezte 1972-ben. Létrehozása elsősorban katonai célokból történt, de a polgári hasznosítását is lehetővé tették. A rendszer alkotóelemeit a következő pontokban tekintjük át.

A műholdak

A műholdpályák helyzete, a műholdak száma és elhelyezkedése azt biztosítja, hogy a Földfelszín bármely pontján, tetszőleges időpontban egyszerre legalább négy műhold legyen észlelésre alkalmas helyzetben, legalább 15°-kal a horizont felett. Jelenleg (2006. novemberben) a rendszer 30 műholdjából 29 aktív, amelyek hat különböző – az Egyenlítővel 55º-os szöget bezáró - pályán helyezkednek el. Mind a hat pályán legalább 4 műhold és további tartalék műholdak keringenek 20200 km magasan, közel kör alakú pályán, 11 óra 58 perces keringési idővel. A közel 750 kg tömegű műholdakon rádió adó-vevő készülék, atomóra (cézium, rubidium) található és a működéshez szükséges energiát napelemek biztosítják. A műhold rádióüzenete egyrészt lehetővé teszi a földi ponton a műhold-vevő távolság meghatározását, másrészt információt ad a műhold pontos térbeli helyzetéről.

A műholdak által sugárzott navigációs üzenetek a pályaadatok és –korrekciók, valamint az óraparaméterek mellett a műholdakra vonatkozó státusz-információt (on/off) és ionoszféra-paramétereket is tartalmaznak. Az ionoszféra jelkésleltető hatása súlyos hibával terhelné a mérés eredményét. A közelítő pálya- és óraadatokat tartalmazó információkat, a legalább 6 naponként frissített *almanach* üzenetekben kapják meg a felhasználók, amelyeket többek között a méréstervezéshez használhatnak föl.

Földi monitor állomások

Az ismert WGS-84 koordinátájú földi követő állomások a helymeghatározási feladat fordítottját oldják meg: ismert helyzetvektorok sorozatából pályaadatokat számítanak. Egyszerre kezdetben öt állomás mért, manapság már tucatnyi a monitor állomások száma. A műholdakra vonatkozó adatokat a vezérlő központban (Colorado Springs, USA) értékelik, meghatározzák a pálya- és időkorrekciókat, majd az adatokat a műholdak fedélzeti számítógépének memóriájába juttatják.

Felhasználók

A világszerte működő több tízmillió GPS vevőberendezés antenna-egységből és jelfeldolgozó-egységből áll. Az antenna-egység feladata az észlelési programban kiválasztott műholdak összetett jelének vétele. A jelfeldolgozó-egység legfontosabb része navigációs célú készülék esetében a gyors működésű számítógép, helymeghatározásra szolgáló mozdulatlan vevőkészülék esetében a nagy kapacitású adattároló. A korszerű vevők többcsatornásak, azaz egy időben több – általában 8-14 – műhold jelének vételére alkalmasak.
Leggyakrabban alkalmazott csoportosításuk szerint megkülönböztethetünk: navigációs (kb. 15-20 m-es pontosság), térinformatikai (méteres-szubméteres pontosság), valamint geodéziai (cm-es pontosság) vevőket, amelyeket hosszú mérési idővel (12-24 óra) és tudományos feldolgozással geodinamikai (pl. kőzetlemezek mozgása, izosztázia) célra, mm-es mozgások meghatározására is alkalmaznak. További információk pl.:
http://tycho.usno.navy.mil/gps.html
http://www.ngs.noaa.gov/GPS/GPS.html

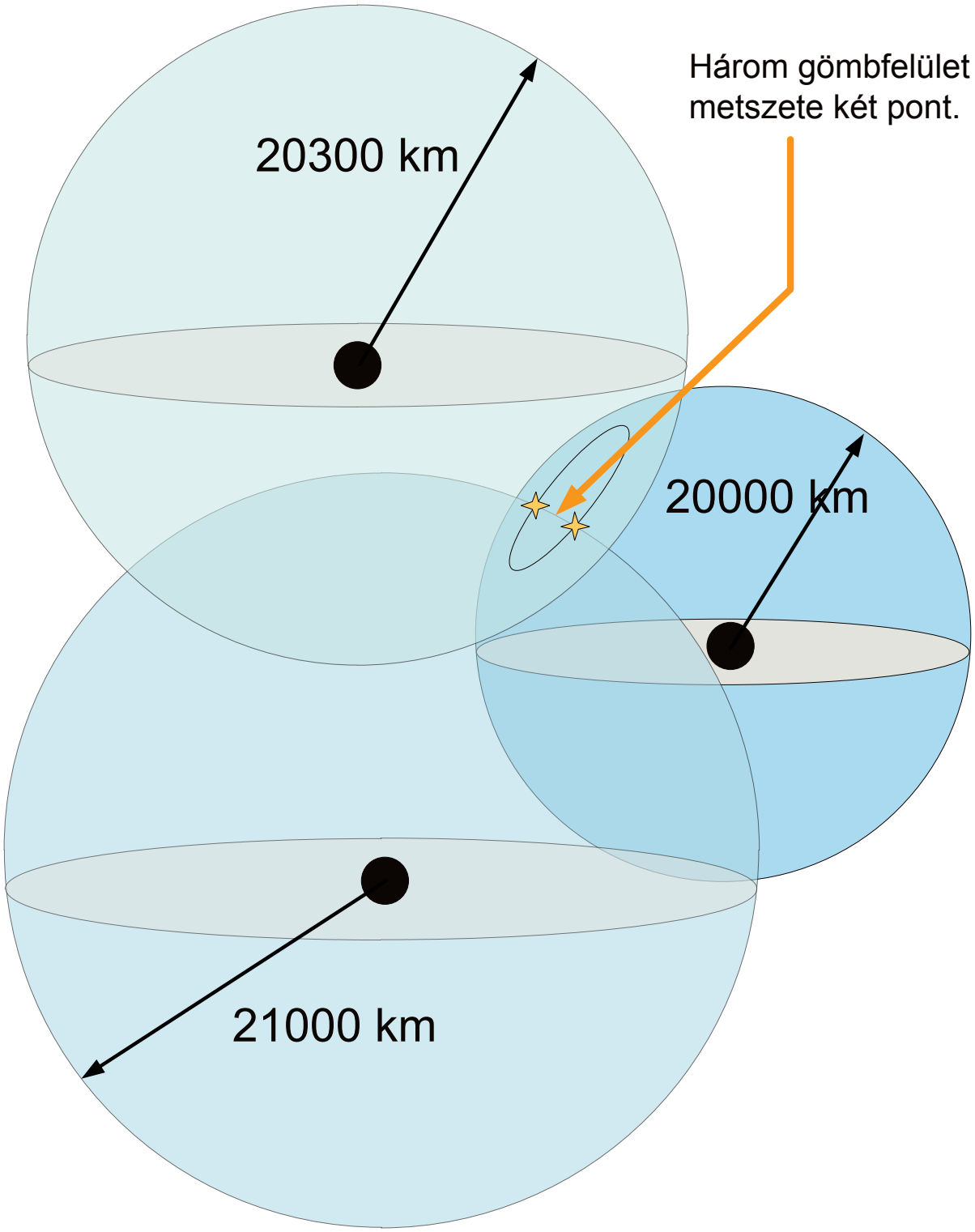
3.6.3 Hogy működik a GPS?

A helymeghatározás geometriai alapelve a térbeli ívmetszés feladata: ha feltesszük, hogy az ismeretlen helyzetű pont a földfelszín közelében helyezkedik el és ismerjük három műholdtól mért távolságát, akkor a három gömbfelület két pontban metszi egymást. A két megoldás közül egyszerűen kizárható az a pont, amelyik a valahol a világűrben helyezkedik el. Az egyértelmű megoldást egy negyedik műholdtól mért távolság szolgáltatja, de a gyakorlatban több, akár tíz műhold is részt vesz a helyzetmeghatározásban, a megoldást az összes mérés alapján kiegyenlítéssel kapjuk.

Távolságmérés

A vevő és a műhold közötti távolság *d (m)* meghatározása közvetett módon, időmérésre visszavezetve történik. A rádióhullámok terjedési idejének *t* (*s*) és a rádióhullám terjedési sebességének - a fénysebességnek – ismeretében:

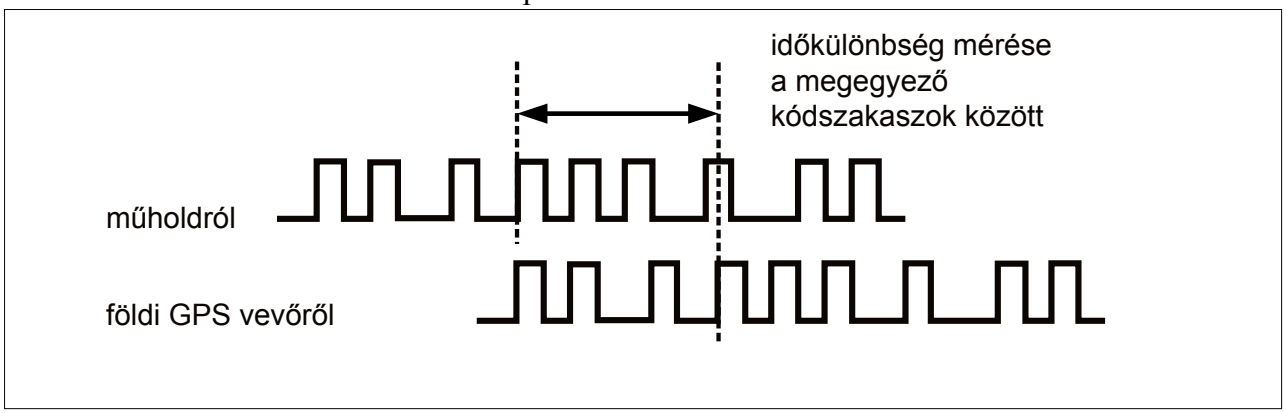
$d\,(m) = t(s) \times 3x10^{8}\,(m/s)$



3.6.3 – 1.ábra GPS helymaghatározás alapelve

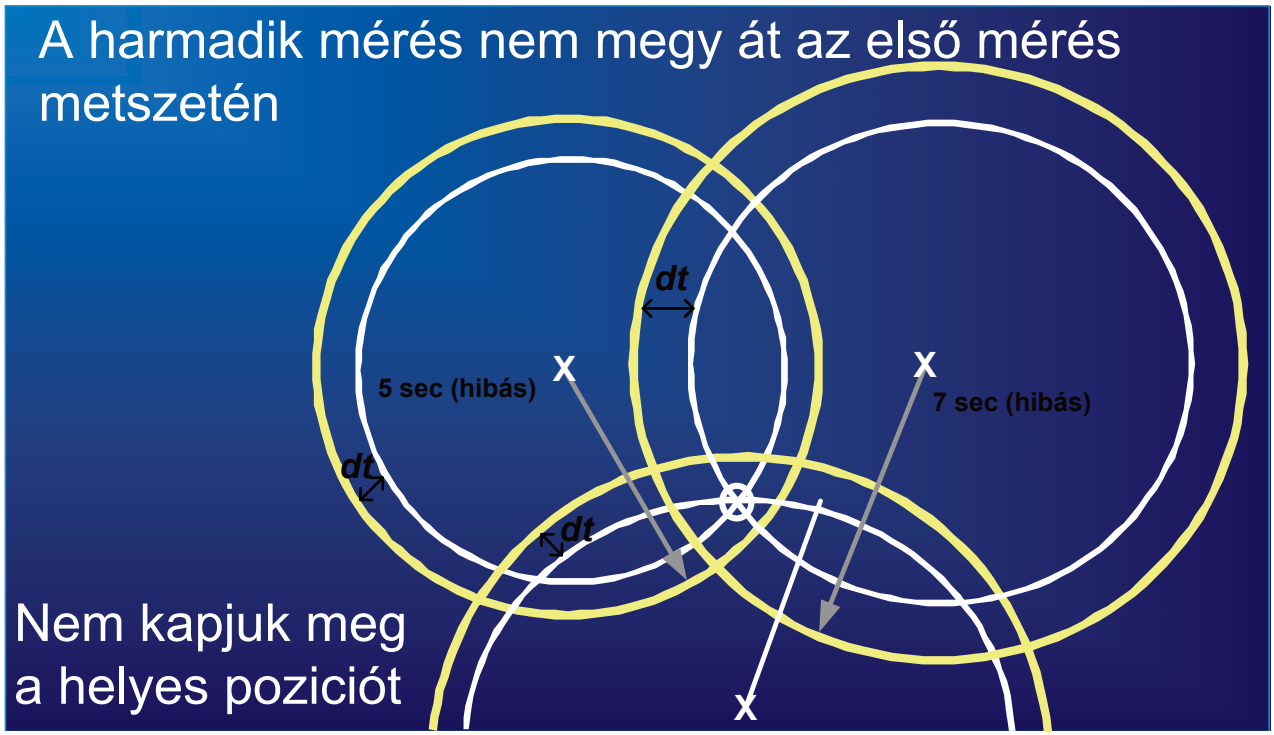
Időmérés

A jel terjedési idejének mérését, amely kb. 0,06 mp-nyi időtartam megmérését jelenti, a következőképpen valósították meg a helymeghatározó rendszerekben: a műholdon és a vevőben is egy-egy órát helyeztek el. Az órák kb. egy ezredmásodpercenként ugyanazt a – műholdanként különböző, közel véletlenszerű - kódsorozatot generálják. A műhold jele a vevőhöz a közöttük lévő távolság megtételéhez szükséges idővel később érkezik. A vevő összeveti (elcsúsztatja) a saját jelsorozatát a műholdról érkezett jelsorozattal és a különbség éppen a késési időt adja meg, ha mindkét óra tökéletesen szinkronizált és pontos.



3.6.3 – 2. ábra Kódösszehasonlítás alapelve

Azonban a nagypontosságú időmérés (rubidium és cézium atomórákkal) csak a műholdakon oldható meg, míg a vevőkben egyszerű kvarcórákat helyeznek el. A pontatlan időmérés viszont minden egyidejű észlelést azonos hibával terhel, így egy negyedik műholdtól való mérésből az órahiba (*dt*) számítható. Az alábbi ábrán a síkbeli helyzet látható, térben négy mérés szükséges az órahiba meghatározásához és az egyértelmű geometriai megoldáshoz:



3.6.3 – 3. ábra Órahiba elvi megjelenítése

A fentiekből következik, hogy a vevőknek legalább négycsatornásnak kell lenniük. A gyakorlati számításokban a meghatározandó pont 3 térbeli koordinátáját és a vevő órahibáját is ismeretlennek tekintve, a négy műholdra történő mérésből származó 4 egyenletből a feladat egyértelmű megoldását kapjuk. A helymeghatározás egyenletrendszere tehát a következő alakú:

$$P_r^s = \sqrt{(X^s - X_r)^2 + (Y^s - Y_r)^2 + (Z^s - Z_r)^2} + Cr \qquad s = 1..n$$

ahol

X^s, Y^s, Z^s	az *s* jelű műhold ismert térbeli derékszögű koordinátái
P_r^s	az *s* jelű műholdra az *r* jelű vevővel mért és javított kódtávolság
X_r, Y_r, Z_r	az *r* jelű vevő ismeretlen térbeli derékszögű koordinátái
Cr	a vevő óraigazítatlanságának hatása távolságegységben
n	az észlelt műholdak száma

Kódmérés

A GPS műholdak két jelet sugároznak: L1=1575,42 MHz és a L2=1227,60 MHz vivőhullám hosszakon. Az L1 és L2 frekvenciát a nagyobb mérési pontosságot biztosító *P* (precision) korlátozott hozzáférésű kóddal modulálják, amelynek hullámhossza 30 m és csak az arra jogosult, elsősorban katonai felhasználók használhatják. Az L1 frekvenciát a szabad elérésű C/A (coarse/acquisition - durva/elérés) kóddal modulálják, amely 300 m hosszú és kisebb mérési pontosságot tesz lehetővé.

A C/A kód véletlen kód, zérusokból és egyesekből áll. Egy elem frekvenciája υ=1,023 MHz, a kód 1023 bit hosszú. Időben kifejezve egy elem 1 mikroszekundumnak (0,000001 mp-nek) felel meg, a teljes kód 1 milliszekundumnak (0,001 mp-nek) felel meg, így:

- egy elem hossza: $\lambda = c/\upsilon = 2{,}99792458 * 10^8 * 0{,}977517106 * 10^{-6} = 293{,}052$ [m],
- az egész kódsorozat hossza: 293,052*1023 = 299792,458 [m].

A jobb minőségű vevők mérési pontossága a kódelem (~300 m) 1 %-ára tehető, így ennél a mérési módszernél megközelítőleg 3 méteres mérési zajra számíthatunk.

Vivőfázis mérése

A vivőjel frekvenciája (L1 : 19,05 cm; L2 : 24,45 cm) kb. 1000-szerese a kódfrekvenciának, így ennél a mérési módszernél a pontosság növekedése is 1000-szeres a kódméréssel összehasonlítva, vagyis a jelkiértékelés mm-es pontossággal végezhető el (1 %-os mérési zajjal számolva). Problémaként jelentkezik a módszernél, hogy az egész periódusok száma nem ismert (fázis többértelműség). A probléma megoldására matematikai modelleket, illetve kétfrekvenciás vevőket alkalmaznak.

3.6.4 Hibaforrások

A GPS műholdak helyzetét, vagyis X,Y,Z geocentrikus koordinátáit ismernünk kell a helymeghatározáshoz. A műholdak a kódsorozatok mellett közlik a navigációs üzeneteikben az aktuális pályaadatokat, az efemeridákat. A földi vezérlőállomások meghatározott időközönként frissítik, javítják az adatokat és visszajuttatják azt a műholdakra. A műholdak pozíciójának hibáját *kerethibának* nevezik a geodéziában.

Legjelentősebb hibaforrásként a *földi légkörnek* a GPS jelre gyakorolt késleltető hatását említhetjük. A terjedés sebességére az egyenletes fénysebesség csak vákuumban igaz, az ionoszférában és troposzférában az elektromágneses sugárzás késleltetést szenved, amelynek a távolságmérésre gyakorolt hatása több tízméteres nagyságrendű is lehet. Kiküszöbölésére modellezést, illetve kétfrekvenciás mérésre alkalmas (drágább) készülékeket használnak, mivel a hatás frekvenciafüggő.

További hibajelenségként értelmezhető a *többutas terjedés (multipath)* problémája, amely akkor jelentkezik, ha a műhold jele nem közvetlenül, hanem valamely közeli visszaverő felületről közvetetten érkezik a vevőhöz. Ez a jelenség a nagyobb pontosságú méréseket érinti és különböző típusú, speciális antennákkal küszöbölik ki a jelenséget.

3.6.- 1. táblázat Az abszolút meghatározást terhelő hibahatások (HDOP=2; VDOP=2,5)

Hibaforrás	**Távolsághiba (m)**
műhold pálya	2,3
műhold óra	2,1
ionoszféra	4
troposzféra	1,4
többutas terjedés	1,4
vevő zaja	0,5
URE (felhasználó távolsághibája)	5,1
vízszintes helyzethiba (HDOP*URE)	10,2
magassághiba (VDOP*URE)	12,8

A *műholdgeometria* is hatással van a mérés pontosságára. A műholdak elhelyezkedése az égbolton jelentősen befolyásolhatja a mérést. Ideális a helyzet, ha az égbolton minden irányban egyenletesen találhatók műholdak, míg romlik a geometria, ha a holdak egymáshoz közel, „egy csomóban" helyezkednek el. Ezt a hatást fejezi ki a *DOP (Dilution of Precision) érték.* A kisebb DOP érték nagyobb mérési pontosságot tesz lehetővé, ideálisan pl. a GDOP értékének 2-4 között kell lennie.

Az eredeti katonai célokkal összhangban a DoD *a szelektív elérhetőség (selective availability, röviden SA)* politikáját gyakorolja, ami azt jelenti, hogy esetenként (pld. az öbölháború idején) korlátozza a teljes rendszer használatát a polgári alkalmazóknak. Gyakorlatilag ez korábban úgy történt, hogy csonkolták azokat az üzeneteket, melyek a műhold koordinátáit továbbítják a vevőknek. A C/A kódra műholdanként változó, alacsony frekvenciás (hosszú idő alatt ismétlődő) torzítást vittek, mely az eredeti 30 m-es pontosságot 100 méter körülire csökkentette. A *SA*-et 2000. május 1-től Clinton elnök megszűntette.

3.6.5. Mérési technikák, a vevők típusai

Abszolút és relatív helymeghatározás:

1. *Abszolút (navigációs) mérés*: egyetlen vevővel végezzük, eredménye lehet *XYZ* térbeli derékszögű koordináták, vagy $\lambda\varphi$ földrajzi koordináták (pl. WGS-84). A mérés hibája névlegesen 15-20 méter, de manapság, mérési tapasztalataink szerint, már néhány méteres pontosságú navigációs mérés is lehetséges.
2. *Relatív helymeghatározás*: két vevővel, egyidejű méréssel történik, az egyik vevőt, amelyhez viszonyítunk, referencia-állomásnak nevezzük. A mérés a két pont közötti relatív térbeli távolság $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ összetevőit adja meg. A geodéziai pontossághoz relatív módszerrel fázismérést kell végeznünk.

A kiértékelés típusai:

1. *Valós idejű (real time)*: relatív méréskor a valós pozíciónkat nagyon kis időkülönbséggel a helyszínen kapjuk meg.
2. *Utófeldolgozással (post processing)*: két vevővel történő mérésnél a pontos pozíciót utólagos adatfeldolgozás során határozzuk meg.

Statikus, kinematikus helymeghatározás:

1. *Statikus mérés*: mérés közben mozdulatlan vevőkkel történik.
2. *Kinematikus mérés*: mozgó vevővel (rover) mérünk, míg a referenciavevő (bázis) ismert ponton áll.

Navigációs mérés

A pillanatnyi helyzet meghatározására szolgál, funkció lehetnek pl. célpont felkeresése, bejárt útvonal rögzítése, stb. Jellemzői:

- vízszintes pontosság: névlegesen 15-20 m, de lehet néhány méteres is,
- magasságmérés pontossága: bizonytalan, javítás: pl. barométer + kalibrálás,
- kijelzés: általában földrajzi, de lehet EOV is.

Differenciális GPS (DGPS)

Valós idejű, relatív, kódmérést jelent. Két vevővel történik:

- referencia-állomás (bázis) korrekciós adatokat szolgáltat (50 km-es körzetben),
- mozgó (rover) vevő a korrekciós adatokkal javítja saját méréseit,
- pontossága jellemzően méteres, szubméteres.

Statikus GPS mérés

Mozdulatlan vevők közötti térbeli vektorok meghatározása szolgál, fázisméréssel. A térbeli vektorokból a térbeli hálózat kiegyenlíthető (fix pontokra). Több 10 km-es, de akár több 1000 km-es vektorok mérhetők cm pontossággal, de minél nagyobb a vektor, annál hosszabb mérési idő (atmoszférikus hatások kiküszöbölésére) és speciálisabb vevő és feldolgozó program szükséges. A méréshez szükséges időtartam kb. 30-50 perc, amely a vevőtől és a DOP értékétől függ.

Gyors statikus (rapid static)

Általában 15 km-nél rövidebb vektorok meghatározására szolgál. A mérési idő rövidebb, mint a statikus mérésnél (10-30 perc), de a pontosság és a mérés megbízhatósága valamelyest romlik. A mérési idő azonban egyre rövidül a rendszerek és a feldolgozó szoftverek fejlődésével.

Kinematikus GPS mérés

Ennél a mérési módszernél egy ismert ponton elhelyezett vevőhöz képest mérjük a pozíciót. Két típusa:

- *Folyamatos*: mozgó vevő (jármű) útvonalát rögzítjük fázisméréssel, és
- *Stop and Go*: terepen kijelölt pontokon rövid ideig (néhány epocha) mérünk.

Jellemzői:

- folyamatos jelvétel szükséges,
- statikus inicializálás (periódusszám felvétele) szükséges az első ponton,
- korszerű megoldás: menet közbeni inicializálás (OTF), szakadások megengedettek a jelvételben (zavaró tereptárgyak),
- referenciaállomás max. 10-15 km-re lehet,

- feldolgozás: utólagos.

Valós idejű kinematikus (RTK) mérés

Geodéziai pontosságú terepi munkákhoz: felméréshez, pontkitűzéshez használatos módszerek. Jellemzői:

- technika: megegyezik a kinematikus mérésével,
- feldolgozás: egyidejűleg a méréssel (real time),
- referencia-adatokat rádión, vagy mobil GPRS technológiával közvetítik a mozgó vevőhöz,
- mérés jósága azonnal ellenőrizhető,
- hatótávolság: 5-10 km, de ez a GNSS rendszerek kiépülésével folyamatosan növekszik
- legmagasabb készülékárak,
- rádiófrekvencia használatához engedély szükséges.

3.6.6 Merre tart a műholdas helymeghatározás?

Az európai GALILEO

Az Európa Tanács 2002-ben Madridban határozott a GALILEO rendszer kiépítéséről, és 2008-2010-re tervezik a teljes rendszer beindítását, 2006 őszén egy műhold teszt-üzemmódban sugárzott adatokat. Tisztán európai és polgári felhasználású, a hely-, idő- és sebesség-meghatározást fogja segíteni.

Jellemzői:

- 3 pályán, pályánként 7 aktív és 3 tartalék műholdból áll,
- jobb észlelhetőség az északi országokban és szűk, magas épületekkel határolt utcákban,
- európai vezérlő központokból irányítva gyors pályamódosításokra lesz lehetőség,
- a jelenlegi GPS-nél nagyobb pontosságú és megbízhatóbb,
- mindenki számára elérhető, ingyenes szolgáltatás,
- speciális komponensek, pl. földi kiegészítő integrált hálózatok, használhatóság parkolóházakban és egyéb épületekben, fedett helyeken,
- olcsó, többfunkciós vevőkészülékek.

További információk: http://galileo.ihm.hu/

Az integrált GNSS

A GNSS (Global Navigation Satellite System) integrált földi helymeghatározó rendszer, melynek alkotóelemei a már meglévő amerikai GPS, az orosz GLONASS és a tervezett európai GALILEO, valamint ezek geoszinkron műholdas (SBAS, pl. EGNOS, WAAS, OmniStar) és földi (GBAS, pl. német SAPOS, kelet-európai EUPOS) kiegészítő rendszerei. A polgári felhasználók számára a legtöbb alkalmazási területen nagyobb pontosságot, magasabb integritási szintet (a rendszer működési problémáiról közel valósidejű figyelmeztetés a navigációs felhasználók felé) tesz lehetővé.

További információk: http://www.geo.info.hu/geo/geodezia/3dgeod.htm
http://www.gpsmagazin.hu/doc/GPS_rendszerek.doc

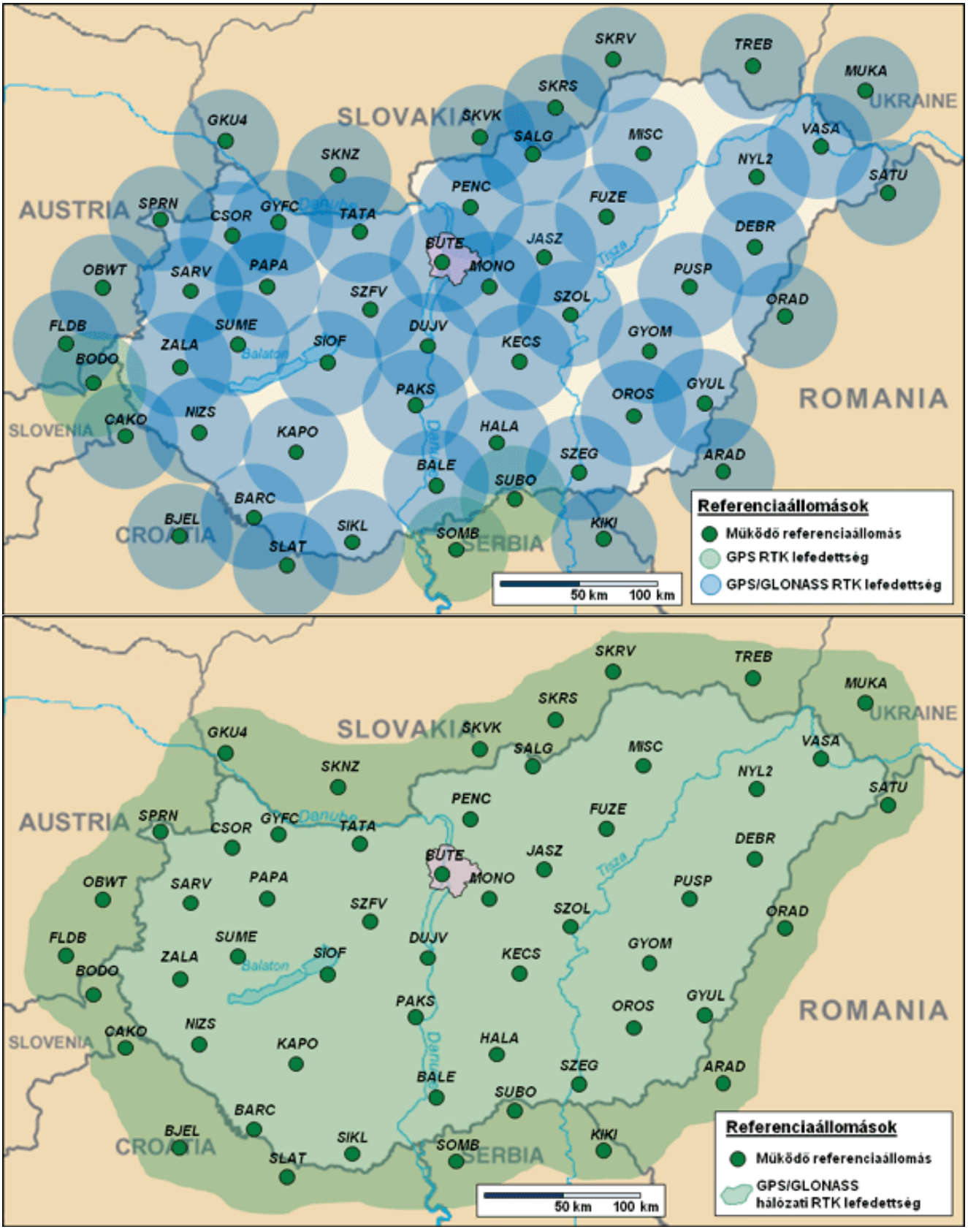
A magyarországi GNSS-infrastruktúra

Az első lépésben az 1990-es években hazánkban kiépült az ún. „passzív" GPS-hálózat, az OGPSH, amely megfelelő sűrűségű (10 km-es) referenciarendszert biztosít a relatív helymeghatározáshoz. A hálózat pontjai bázispontokként szolgálnak a geodéziai GPS-mérésekhez.

Az infrastruktúra kiépítésének második generációs eleme az előre telepített permanens bázisállomások „aktív" rendszere, amely lehetővé teszi, hogy a felhasználó a mérés helyéhez legközelebbi, folyamatosan működő bázisállomás adatait felhasználva, egy mozgó vevővel utólagos feldolgozással relatív helymeghatározást végezzen. Előnye a gazdaságosság (idő- és költségmegtakarítás, mivel csak egy vevőre van szükség) és a garantáltan hibátlan referenciaadatokkal elért pontosság és megbízhatóság. Jelenleg – 2006 őszén – a GPS hálózatnak 17 működő és további 6, közvetlenül üzembe helyezés előtt álló állomása van.

A harmadik lépésben a valós idejű, geodéziai pontosságú adatszolgáltatás épül ki az ország teljes területére, amely hálózatával kapcsolódik a szomszédos országok rendszereihez is (EUPOS). A valós idejű korrekciókat, a már üzemelő állomások 30-35 km-es körzetében lehet biztonsággal használni. Ez a lehetőség az RTK-val rendelkező felhasználók számára jelent nagy segítséget.

Továbbá lehetőség van DGPS korrekciók vételére az arra felkészített vevők alkalmazásával. Az adatokhoz az Internetet és a GPRS-technikát használva lehet hozzájutni. A rendszer használatával egy új alappont centiméter pontosságú meghatározása csak néhány percet vesz igénybe, és mivel a helymeghatározás koordináták leolvasásává egyszerűsödik, amelyet laikusok is el tudnak végezni, a GNSS infrastruktúra a geodézia néhány hagyományos feladatát is jelentősen átértékeli. További információk: http://www.gnssnet.hu/



3.6.6 – 1. ábra RTK (fent) és DGPS (lent) szolgáltatás hazánkban 2012-ben (forrás: www.gnssnet.hu)

3.6.7 Mobil térinformatika

Mobil GIS fejlődése

Mobil térinformatika – egy kifejezés, mellyel egyre gyakrabban találkozhatunk. *Mobilitás* – a rugalmasság, a feltételekhez való gyors alkalmazkodás képessége életünk minden területén egyre nagyobb értelmet nyer, értéket képvisel. *Térinformatika* – napjaink felgyorsult, információktól már-már túltelített világában az ezeket hordozó adatok 50-70%-a valamilyen módon térbeli vonatkozással bír. Szinte magától adódik a „felvetés": ötvözzük a mobilitást a térinformatikával. Nyerjük adatot, kezeljük, elemezzük és akár jelenítsük is meg közvetlenül a terepen, a mérést követően akár perceken belül. A térinformatikai adatgyűjtések megszokott eszközévé vált a GPS, mely területen az utóbbi években jelentős változások történtek, s az elkövetkező 5-10 év újabb előrelépéseket ígér. A valódi mobilitás megvalósításában két tényező játszik kulcsszerepet. Az első a kisméretű, hordozható számítógépek elterjedése és rohamos fejlődése. A másik a vezeték nélküli (wireless) technológiák térnyerése. Ez utóbbi által lehetővé válik az adatelérés – a hálózati lefedettség függvényében – az irodán kívül, a terepen is. Mindez az irodai–terepi munkafolyamatok új eloszlását is maga után vonja, gyakran sok időt és energiát spórolva meg a felhasználónak.

A mobil számítógépek a technológiai fejlődés során egyre inkább alkalmassá váltak GIS funkciók megvalósítására. Ebben nagy szerepet játszottak a különféle kiegészítő eszközök és technológiák is, mint a flash memóriák[11], GSM/GPRS[12] modemek, GPS vevők és WLAN[13] hálózatok. Ezzel párhuzamosan folyamatos fejlődést figyelhettünk meg a GPS technológiában is, mely egyrészt a pozícionálás pontosságának növekedésében, másrészt az eszközök méretének csökkenésében jelentkezett. Az optimális mobil konfiguráció tulajdonképpen ésszerű kompromisszumot jelent a hordozhatóság és a megfelelő kapacitás (kijelző mérete és felbontása, memória és processzor kapacitás, hálózati és perifériális kapcsolódási lehetőségek) között.

Ezek az eszközök mind hardver, mind szoftver komponenseikben is sokban eltérnek asztali (desktop) társaiktól. Fontos előnyük az ún. *solid state* (szilárd félvezető) technológia, ami kisebb energiafogyasztást és nagyobb ellenállóképességet jelent a fizikai behatásokkal szemben. Ennek ellenére az energiaellátás megoldása gyakran problémákat jelenthet, ami adataink biztonságát is veszélyeztetheti, bár napjainkban a flash memóriák rohamos térnyerésével ez megoldódni látszik.

Meggyorsítja a terepi munkavégzést az azonnali ki- és bekapcsolás lehetősége, mivel nem szükséges minden esetben a rendszer bootolása. A mobil számítógépek döntő hányadán napjainkban a Microsoft Windows CE alapú operációs rendszerei futnak. Az asztali Windows

[11] A flash memória az adatokat a tápfeszültség kikapcsolása után is megőrzi, elektromosan lehet törölni és újraprogramozni.
[12] General Packet Radio Service – csomagkapcsolt mobil adatátviteli technológia, mely 115 Kbit/s sebességű kapcsolatot biztosít
[13] Wireless Lokal Area Network – vezetéknélküli helyi hálózat, nagyfrekvenciás rádióhullámok fel-használásával

verziókhoz hasonló kezelőfelület és fájlrendszer nagyban megkönnyíti a kezelést és a két rendszer közötti átjárást (pl. adatátvitel). A mobil operációs rendszerek funkcionalitása ugyanakkor még messze elmarad a desktop környezetben megszokottaktól. Gyakran problémát jelent a Windows CE-re fejlesztett alkalmazások limitált száma vagy korlátozott funkcionalitása is.

Mobil GIS alkalmazási területei

A mobil GIS földrajzi információs rendszer (GIS–FIR) szoftverek, globális helymeghatározó rendszer (GPS) és mobil számítógépek kombinációja. Ez a technológia alapjaiban változtatja meg az információgyűjtés és -feldolgozás folyamatát. Lehetővé teszi az információk közvetlen, azonnali megjelenítését a digitális térképen. Az adatgyűjtés az észlelés helyén történik, közvetlen kölcsönhatásban a környezettel.

Napjainkig a terepi adatgyűjtés és -feldolgozás papíralapú folyamat volt. A több ponton történő adatbevitel mellé nem társult a valós idejű információk elérése vagy a terepi észlelések irodába történő továbbításának lehetősége. A jelenlegi mobil GIS technológiai fejlődés nagy hasznot hozott a terepi adatgyűjtésben, a terepi munka hatékonyságának és a pontosságának növelése által. Az adatok valós környezetben történő közvetlen összehasonlíthatósága a földrajzi objektummal mélyebb értelmet ad a GIS adatbázisok realitásának.

A mobil GIS alkalmazása jelentősen növeli a következő terepi folyamatok hatékonyságát:

- *Vagyonleltár* – valamilyen vagyon helyének és attribútumainak felvétele digitális térképre.
- *Vagyongondozás* – vagyonok helyzetének és állapotának menedzselése, illetve terepi karbantartási jegyzékek készítése.
- *Ellenőrzés, felügyelet* – terepi vagyontárgyak digitális rekordjainak felügyelete törvényi előírások szerint.
- *Váratlan események tudósítása* – véletlen esetek és események speciális felvétele.

Az alábbi táblázat a mobil térinformatika néhány alkalmazási területéről hoz egy-egy példát.

3.6.7 – 1. táblázat Mobil GIS alkalmazások

	Kormányzati	Közmű és Infrastruktúra	Környezeti	Közbiztonság
Vagyon-leltár	Jelzőtábla leltár Helyhatósági vagyon Faállomány felmérése	Beszerelések felvétele Esővíz elvezetők leltára	Toxikus anyagok leltára Ásványkutatás	Katonai terepi munka és térképezés Légi felmérés Tüzek térképezése
Vagyon-gondozás	Utak állapotnak felmérése Közvilágítás felmérése	Villanykarók gondozása Új eszközök felszerelése	Termésmenedzsment	Föld alatti infrastruktúra lokalizálása Betegnyilvántartás
Ellenőrzés, felügyelet	Útburkolat menedzs-ment Egészségi állapot ellen-őrzése Lakáshelyzet	Mérőeszköz leolvasás Fertőző rendszerek felügyelete Dokumentálás	Élőhely tanulmányozás Gyomnövényirtás	Kárfelmérés
Váratlan események	Nyugat-Nílusi vírus Zavargások felmérése	Áramszünetek lokali-zálása	Vízmintavétel	Részletes kárfelmérés Balesetek tudósítása
GIS analízis	GIS adatok érvényessége Navigálás	Fogyasztók lokalizálása mérőeszköz leolvasásá-hoz, számlázáshoz Navigálás	Mezőgazdasági statisztikák számítása	Nyomozáshoz címek lokalizációja Vészhelyzet által érintett lakosok számának meg-határozása

Az ESRI ArcPad 6 mobil térinformatikai szoftver főbb jellemzői

Az ESRI ArcPad mobil GIS és terepi térképezési alkalmazásokban használható szoftver, amely térképező, GIS és GPS szolgáltatásokat nyújt integrálva a felhasználónak. Az ArcPad integrálódik az ArcGIS és egyéb technológiákkal, ArcIMS-hez vagy Geographic Network-höz kliensként képes kapcsolódni. A terepen gyűjtött adatok az irodában könnyen betölthetők a központi adatbázisba. Az adatátvitel az Interneten keresztül is történhet, akár vezeték nélküli kommunikációt használva. A rendszer GPS vagy DGPS eszközzel kombinálva valós idejű adatnyerést tesz lehetővé. Rendelkezik a hagyományos GIS funkciókkal, mint a térképi navigáció, rétegek, lekérdezések, hiperlinkek kezelése, stb. A program közvetlenül, köztes formátumok alkalmazása nélkül képes asztali GIS-ek

formátumainak kezelésére. Vektoros adatokat ipari-standard shapefile formátumban tárolja. Kezeli továbbá a következő raszteres adatformátumoat: JPEG, PNG, CADRG[14], MrSID[15], BMP (Mobile GIS, 2004). A mobil eszközök korlátozott számítási és tárolási kapacitása miatt gyakran használnak tömörített raszteres formátumokat, amelyek képesek a georeferencia információkat is tárolni. Ilyen a MrSID vagy a geoJPEG. A raszteres és vektoros állományok kezelését multilayer környezetben is támogatja. Kezeli a desktop rendszerekben létrehozott, térbeli indexeléssel ellátott shapefile-okat is. Számos vetületi rendszert ismer, emellett a felhasználó is definiálhat újakat. A dátum adatbázisa tetszőlegesen bővíthető.

Az ArcPad integrálható opcionális GPS vagy DGPS eszközzel. A csatlakoztatott GPS segítségével megjeleníti az aktuális pozíciót és annak koordinátáit a kijelzőn. Támogatja a legelterjedtebb adatátviteli protokollokat (NMEA 0183, TSIP, stb.), lehetőségünk van a beérkező jelek szűrésére, minőségi mutatók (HDOP, PDOP, EPE) megjelenítésére. Az adatnyerés különböző módjai lehetségesek GPS vevővel (stream, point, pozícióátlagolás is). Az ESRI desktop GIS rendszereiből (ArcView 3.x, ArcGIS) egy kiterjesztésként telepíthető eszköztár segítségével a rétegek szimbólumait is exportálhatjuk az ArcPad által olvasható típusokba.

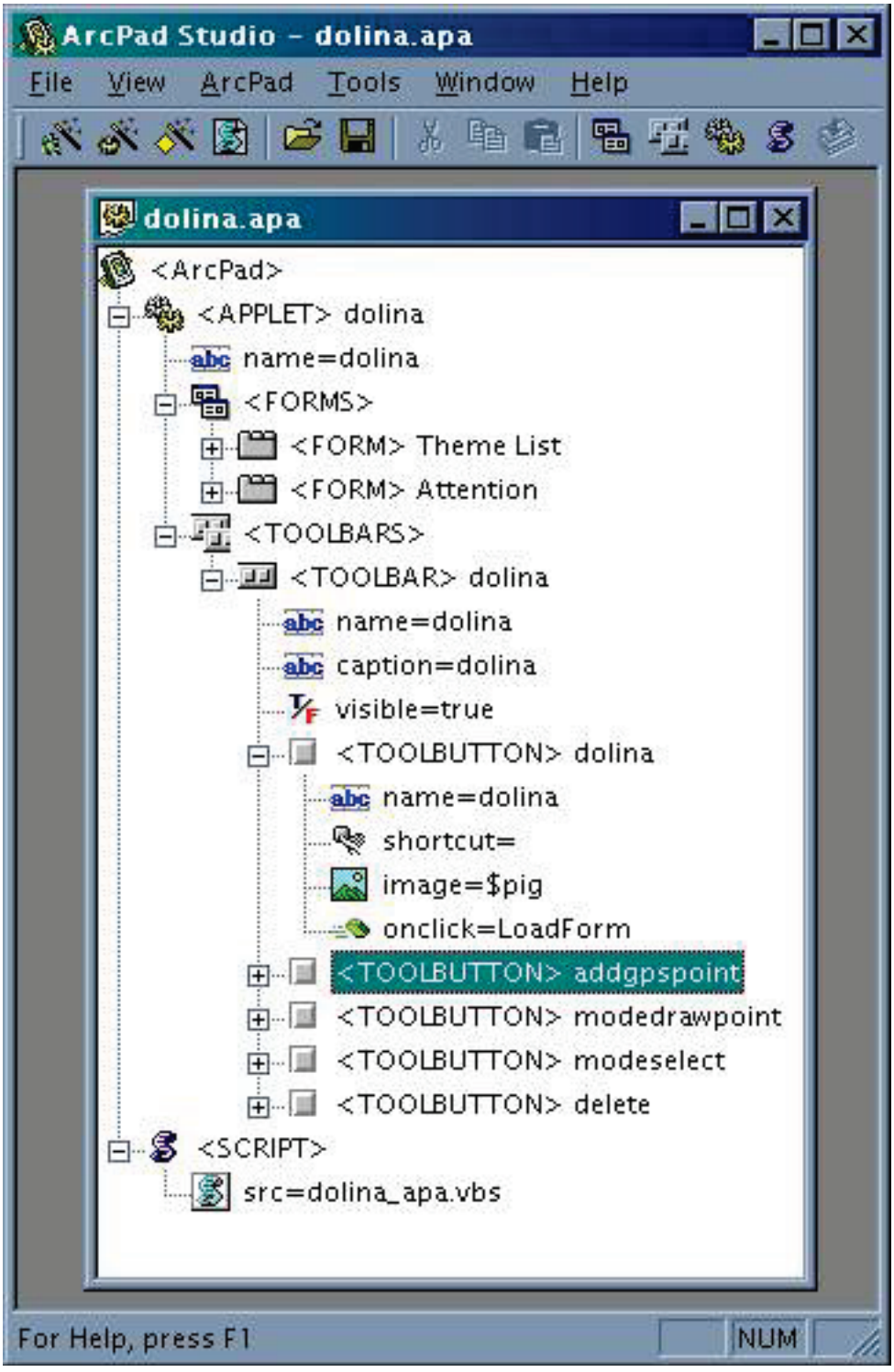
Az ArcPad mobil térinformatikai rendszer – más rendszerekhez hasonlóan – a felhasználó által szabadon és széleskörűen testre szabható. Ezáltal speciális, az egyéni igényeknek leginkább megfelelő alkalmazások hozhatók létre, ami megnöveli a terepei munka hatékonyságát. Ehhez az ESRI egy saját fejlesztőkörnyezetet alakított ki. Az ArcPad Studio segítségével már programozási ismeretek nélkül is elvégezhetők egyszerűbb testreszabási műveletek. Bonyolultabb megoldásokhoz az ArcPad saját objektum szerkezetét használhatjuk fel VBScript nyelven írt kódjainkban. A profi programozóknak további lehetőségek állnak rendelkezésére az alapszoftver funkciókészletének kibővítéséhez. Ezeket 5 fő csoportba sorolhatjuk:

- Egyéni *form*-ok létrehozása a streamline terepi adatgyűjtéshez.
- Új *eszköztárak* készítése meglévő vagy saját eszközökből.
- *Scriptek* írása bizonyos eljárások automatizálására az ArcPad saját objektum modellének felhasználásával.
- *Applet*[16]-ek készítése komplett alkalmazásokhoz.
- *Kiterjesztések* programozása új fájlformátumok, szenzorok, helymeghatározó szolgáltatások támogatására.

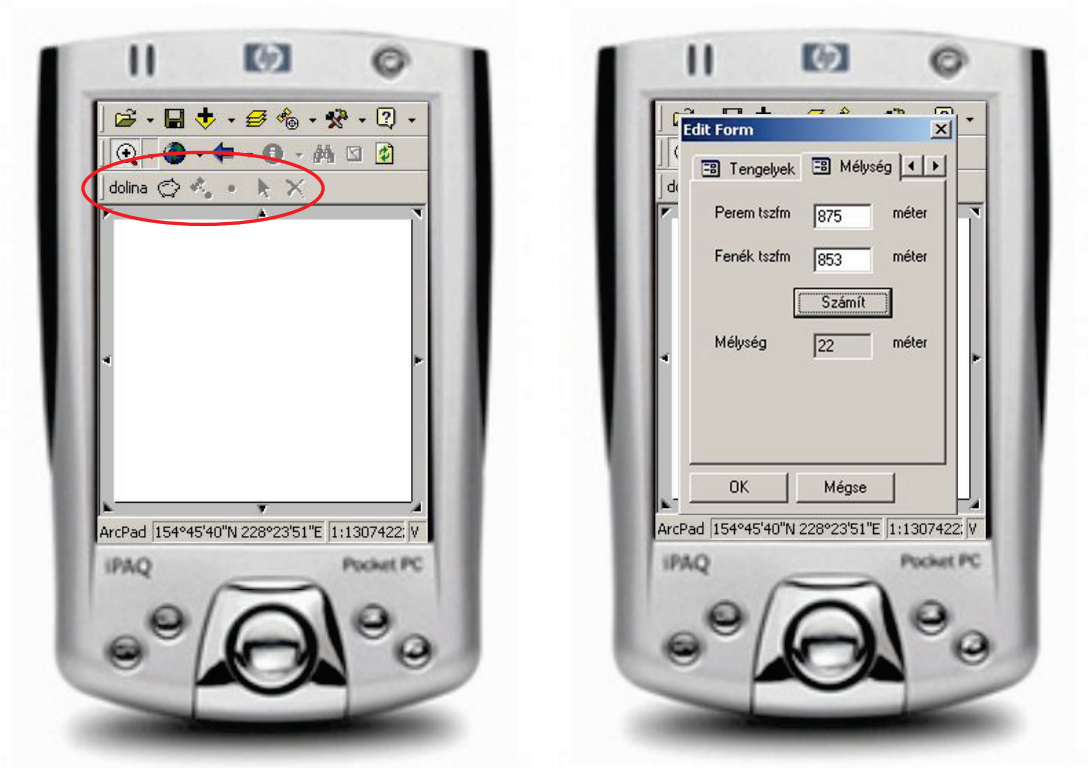
A következő ábrákon a fejlesztőkörnyezetet (3.6.7 – 1..ábra) és egy példaalkalmazást (3.6.7 - 2.ábra) láthatunk. A VBScript nyelven írt applet az ArcPad saját objektumszerkezetét használja föl. A létrehozott eszköztár a karsztos területek dolináinak terepi felvételezését segíti. Az objektumok adatait (attribútumok a shape adattáblájának mezőiben) egy több lapból álló űrlapra (form) kell

[14] Compressed ARC Digitised Raster Graphics
[15] Multi-resolution Seamless Image Database
[16] Applet: más alkalmazásból futtatható program

felvinni. A speciálisan az igények szerint elkészített formulákkal jelentősen felgyorsítható a terepi adatfelvétel.



3.6.7 – 1. ábra Az ArcPad Studio kezelőfelülete



3.6.7 – 2. ábra Az applet eszköztára és az adatfelvevő űrlap egy oldala

Felhasznált és ajánlott irodalom

Ádám J., Bányai L., Borza T., Busics Gy., Kenyeres A., Krauter A., Takács B.: Műholdas helymeghatározás. Műegyetemi Kiadó, 2004. p. 458.

Borza-Gerő-Mohos-Szentpéteri: GPS mindenkinek. Sztrato Kiadó, Bp. 2005. p. 256.

Dr. habil Tamás János – Dr. Lénárt Csaba: Terepi Térinformatika és a GPS Gyakorlati Alkalmazása. Litográfia Kft. Debrecen, 2003. p. 199.

4. Adatfeldolgozás, adatértékelés

A vizsgált környezeti elemek, illetve a felszín alatti közeg megismerése céljából számtalan különböző típusú mérést hajtunk végre a környezetvédelem és a földtudományok területén. A mérések eredményeképpen nagyon sok adat keletkezik. Ezekből a nyers mérési adatokból szeretnénk a lehető legtöbb hasznosítható információt kinyerni egy-egy környezeti probléma hatékony megoldásánál. Ehhez szükséges a megfelelő adatfeldolgozás, illetve adatértékelés, amely lehetővé teszi azt, hogy az eredeti mérési adatainkat megfelelően rendezve, feldolgozva és értelmezve maximális mennyiségű információt nyerjünk. Ez csak nagy hatásfokú, a környezeti és földtani adatok specialitásait figyelembe vevő eljárások segítségével lehetséges. A geostatisztika például specialitásként figyelembe veszi a környezeti vagy földtani adatok térbeliségét, hiszen a felszín alatti közegben az egymáshoz közel eső mérési pontok adatai között sokkal nagyobb korreláció valószínűsíthető a természeti törvények alapján, mint a távol eső pontok között. Az alábbi relációs összefüggés mutatja be azt, hogy az adatfeldolgozásnak igen fontos helye és szerepe van abban, hogy a költséges mérésekből minél több hasznosítható információt nyerjünk a tényleges döntéshozatalok előtt.

Mérések – Adatok – Adatfeldolgozás – Értelmezés - Információ

A megrendelőket és döntéshozókat elsősorban a mérésekből származtatott információk érdeklik, és azok alapján hozzák meg a különböző szakmai döntéseket. Közös érdekünk az, hogy a meglévő adatokból a lehetséges legtöbb és legmegbízhatóbb információt kinyerjük.

A környezeti és földtani adatok esetében nagyon fontos a térbeli korreláció szerepe, mint ahogy fentebb említettük. A kőzetképződés és egyéb törvényszerűségeket figyelembe véve megállapítható, hogy az egymás közelében mért adatok nagy valószínűséggel sokkal jobban hasonlítanak egymásra, mint a távolabbi adatok. A térbeli függésnek ezt a jellegét a hagyományos statisztikai módszerek nem tudják kezelni. A geostatisztika módszereknek tehát pontosan ez a legfőbb tulajdonságuk, hogy kezelni tudják az adatok térbeliségét, és az ebből adódó összefüggéseket és korrelációs kapcsolatokat. A térbeli korreláció jelensége mellett a korszerű geostatisztikai módszereknek kezelniük kell tudni azt is, hogy a mérési adatok nem csak Gauss vagy más néven normál eloszlásúak, hanem Chauchy vagy akár ferde eloszlású is lehetnek, illetve a valóságban sohasem tudjuk előre azt, hogy milyen típusú adatrendszerrel lesz végül is dolgunk. Vagyis az alkalmazott adatfeldolgozási és adatértékelési módszereinknek nagy mértékű robusztusságot kell mutatniuk. Csak a robusztus módszerek képesek nagy hatásfokkal működni a kiindulási adatok eloszlástípusától függetlenül. Emellett mindig kell számolni arra is, hogy az adataink között ún. kieső vagy „outlier” adatok is lesznek, amelyeket szintén csak megfelelő módszerekkel lehet kezelni. Az adatfeldolgozási eljárások kieső adatokra való viszonylagos érzéketlenségét rezisztenciának nevezzük.

Egy-egy komolyabb környezeti vagy földtani adatrendszer nagyon sokfajta adatot foglal magában. Többváltozós regressziós vizsgálatok alkalmazásával válik lehetőségünk arra, hogy a különböző típusú változók közötti kapcsolatokat, illetve azok erősségére vonatkozó mérőszámokat feltárjuk. A széles körben alkalmazott monitoring mérések során a különböző típusú változókat valamilyen időközönként rendszeresen mérjük. Így adataink térbelisége mellett megjelenhet az időbeliség is, azaz egy-egy változó esetében idősorokat hozunk létre. Az idősorok feldolgozása szintén speciális adatfeldolgozási algoritmusokat igényel.

4.1. Adatok statisztikai jellemzése

4.1.1 Az adatok alapján meghatározott jellemző értékek

Adataink száma (n) sokszor igen nagy lehet, ami megnehezíti a szakember számára az adatok átláthatóságát. Sok esetben egy-egy adatrendszer ráadásul különböző típusú adatokat is tartalmazhat. Célszerű, ha a nehezen kezelhető nagyszámú adatunkat néhány statisztikai jellemzővel helyettesítjük. Egy-egy adatsor vagy adatrendszer statisztikai jellemzése lehetővé teszi azt, hogy adatainkról egy általános jellemző képet kapjunk, amely megkönnyítheti az összehasonlító vizsgálatokat és az értelmezést. Az adatok statisztikai jellemzése során leginkább az adatok tömörödési helyére, illetve az adatokban rejlő bizonytalanságra, valamint az adatok szimmetria vagy asszimetria viszonyaira vagyunk kíváncsiak.

Ennek fényében egy n elemű mérési adatrendszer esetében hasznos lehet olyan paramétereket találni, amelyek jól jellemezhetik például az adatrendszer sűrűsödési vagy tömörödési helyét, illetve az adatrendszer terjedelmével kapcsolatos bizonytalanságot. E célnak megfelelően első lépésként definiálhatjuk az ún. hely (T) és skála (S) paramétereket, amelyeket jól használhatunk adatrendszerek jellemzésére, illetve összehasonlítására. Ha egy adatrendszer különböző típusú adatokból áll, akkor az adatok statisztikai jellemzését mindegyik típusra elvégezhetjük.

Egy n elemű adatsor esetében a legelterjedtebb becslési eljárás a hely (T) és skála (S) paraméterek becslésére a számtani átlag és az empirikus szórás, amelyeket a következőképpen adhatunk meg.

$$T = \bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

$$S = \sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

A hagyományos statisztika e két leginkább használt jellemzői a környezeti vagy földtani adatok vizsgálatánál gyakran félrevezetők lehetnek, mivel mind a számtani átlag, mind pedig az empirikus

szórás igen érzékenyek az ún. kieső adatokra. E hátrányos tulajdonság miatt sokkal inkább javasolható a Medián és a közepes eltérés használata. A Medián egy sorba rendezett n elemű adatsor esetében a középső elemet jelenti. Ha az n elemszám páratlan, akkor egyetlen középső elem van, míg ha az n páros, akkor a Mediánt a két középső elem számtani átlagaként számítjuk. Ennek megfelelően egy sorba rendezett n elemű adatsor estében a Medián definíciója a következőképpen adható meg.

$Med = x_{\frac{n+1}{2}}$, ha n páratlan

$$Med = \frac{x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n+2}{2}}}{2}, \text{ ha n páros}$$

A Medián használatakor skála paramétereként leginkább a közepes eltérést (d) adjuk meg, amely az alábbiak szerint számítható:

$$d = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|x_i - Med\right|.$$

A közepes eltérés (d) mellett sokszor az interkvartilis félterjedelmet (q) használjuk skála paraméterként, amely szintén előnyös robusztus és rezisztens tulajdonságokkal rendelkezik. A kvartilisek előtt azonban definiálnunk kell a kvantiliseket tetszőleges p valószínűséghez. A p-kvantilis a sorba rendezett n elemű adatsort p:(1-p) arányban osztja ketté. A Medián esetében p=0.5. Az alsó kvartilis esetében p=0.25, míg a felső kvartilis esetében p=0.75. A skála paraméterként használható interkvartilis fél-terjedelem (q) a következőképpen számítható.

q=(felső kvartilis – alsó kvartilis)/2

Vagyis egy 2q szélességű sávban helyezkedik el adataink 50 %-a. Nézzünk ezután egy konkrét példát a számtani átlag és a Medián alkalmazására. Vegyünk egy 7 elemű adatsort az 1. táblázat szerint. A második adatsor csak abban különbözik, hogy az első adatsor legnagyobb eleme (12) helyett annak tízszeresét (120) szerepeltetjük. Így most a második adatsorban egy kieső adat hatását szimuláljuk.

4.1.1 - 1. táblázat Medián számítás példatáblája I.

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	$\bar{x}$	**Med**
2	4	8	9	11	11	12	8.14	9
2	4	8	9	11	11	120	23.57	9

Láthatjuk, hogy míg a rezisztens Medián értékét a kieső adat nem befolyásolta, addig a számtani átlag igen érzékenyen reagált a kieső adatra. Eredményül a számtani átlag esetében egy olyan becslést kaptunk a helyparaméterre, aminek nincs köze az adatok tényleges tömörödési helyéhez. Hasonló következtetésre jutottunk volna, ha a szórás és a közepes eltérés vagy interkvartilis félterjedelem jellemzőket hasonlítottuk volna össze. A Medián és a hozzátartozó bizonytalanság jellemző használata tehát mindenféleképpen előnyös a számtani átlag és a szórás alkalmazásával szemben, ha környezeti vagy földtani adatokat vizsgálunk. Létezik azonban olyan módszer, amely még a Medián alkalmazásánál is kedvezőbb rezisztens és robusztus tulajdonságokkal rendelkezik. Ez pedig a leggyakoribb értékek módszere, amelyet a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán működő geostatisztikai team dolgozott ki Dr. Steiner Ferenc vezetésével. A számtalan elméleti és gyakorlati vizsgálat bebizonyította azt, hogy a leggyakoribb értékek módszere kiválóan alkalmazható környezeti és geo-adatok feldolgozása során. A témakörben a módszer kidolgozói számtalan tanulmányt és könyvet jelentettek meg.

Egy n elemű adatsor esetében a leggyakoribb érték (M) és a hozzátartozó skála paraméter egy kettős iterációs algoritmusban szimultán határozható meg. A leggyakoribb érték módszer skála paramétere a dihézió, amelyet ε jelöl.

$$M \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{\varepsilon^2}{\varepsilon^2 + (x_i - M)^2} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{\varepsilon^2}{\varepsilon^2 + (x_i - M)^2}}$$

$$\varepsilon^2 = \frac{3 \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{(x_i - M)^2}{\left[\varepsilon^2 + (x_i - M)^2\right]^2}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{\left[\varepsilon^2 + (x_i - M)^2\right]^2}}$$

Mivel iterációs algoritmusról van szó, ezért szükséges egy kezdő érték M és a dihézió számára. A kezdő érték M-re lehet például a számtani átlag vagy a Medián, míg a dihézió kezdő értékére megadhatjuk az empirikus szórás, vagy a közepes eltérés, vagy az interkvartilis félterjedelem értékét. Az iterációt az M és az ε számítására akkor célszerű leállítani, amikor már egy adott pontossági határon belül vagyunk. A fentebb megadott két példa adatsoron kipróbáltuk az igen erős robusztus és rezisztens jelleggel bíró leggyakoribb érték számítást is. Az eredményeket az alábbi 2. táblázatban láthatjuk.

4.1.1.-2. táblázat Medián számítás példatáblája II.

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	$\bar{x}$	M
2	4	8	9	11	11	12	8.14	8.61
2	4	8	9	11	11	120	23.57	7.95

Környezeti és földtani adatok esetében hagyományos számtani átlag alkalmazása helyett javasolható még az ún. α-levágott átlag számítása, ha egy n elemű adatsor helyparaméterére vagyunk kíváncsiak. Ebben az esetben is a mintaátlagot képezzük a legkisebb és a legnagyobb mintaelemek elhagyása után. Így, ha az elhagyott adatoknak az összes adatszámhoz viszonyított 2 α arányát jól választottuk meg, akkor többé-kevésbé védve vagyunk a kieső („outlier") adatok torzító vagy pontosság csökkentő hatásától. Az így számított átlagot α-levágott átlagnak nevezzük. Az elhagyás szimmetrikusan történik, azaz a legkisebb és legnagyobb értékekből mindig ugyanannyi (α n) darabot hagynak el. Ha az α n nem lenne egész szám, akkor az ehhez legközelebbi szám lesz a mérvadó.

Fontos tulajdonsága az adatainknak a szimmetrikus vagy aszimmetrikus jelleg. Szimmetrikus adatrendszer esetében adataink szimmetrikusan helyezkednek el a helyparaméter körül. Környezeti vagy földtani adatok esetében azonban sokszor kell számítanunk aszimmetriára. Elsősorban a nagyobb értékek irányába történő elnyúltságnak van nagyobb valószínűsége. A szimmetria vagy aszimmetria fokát a ferdeség mérőszámával tudjuk jellemezni. Egy n elemű adatsor esetében a ferdeség (g) mérőszámát a következőképpen tudjuk számítani a számtani átlag és az empirikus szórás segítségével:

$$g = \frac{n}{(n-1)\cdot(n-2)} \sum_{i=1}^{n} \frac{(x_i - \bar{x})^3}{\sigma^3}.$$

A ferdeség (g) értéke szimmetrikus adatsor esetében zérus vagy közel zérus lesz. Ha az elnyújtság a nagyobb adatok irányában található, akkor a ferdeség értéke pozitív szám lesz, ellenkező esetben negatív ferdeségről beszélünk.

4.1.2 Sűrűség- és eloszlásfüggvények

A természetben a legtöbb esetben azzal a feltételezéssel élhetünk, hogy a mért paramétereinket valószínűségi változóként kezelhetjük. A valószínűség elmélet azokat a mennyiségeket, amelyre vonatkozó adataink véletlen jellegű ingadozást mutatnak, valószínűségi változónak nevezi. A valószínűségi változók esetében definiálhatjuk azok elméleti vagy empirikus sűrűségfüggvényét és eloszlásfüggvényét. Rendezzük adatainkat nagyság szerinti sorrendbe. Készíthetünk egy lépcsős függvényt, amely minden x értékhez megadja, hogy hány ennél kisebb adatunk van. Az így definiált függvény az empirikus eloszlásfüggvény (lásd 4.1.2 - 1. ábra). Az empirikus eloszlásfüggvény függőleges tengelyén tehát valószínűség értékek, vagy ún. relatív gyakoriság értékek találhatók. Egy n elemű, nagyság szerint sorba rendezett adatsor esetében a k-ik adathoz tartozó p relatív gyakoriság értéke a következőképpen definiálható.

$$p = \frac{k}{n}$$

Bizonyos esetekben célszerűbb a korrigált relatív gyakorisággal számolni, amelynek értéke az alábbiak szerint alakul:

$$p = \frac{k}{n+1}.$$

Adataink felhasználásával készíthetünk hisztogramot is. A hisztogram segítségével nagyon jól szemléltethető az adatrendszer adatsűrűsödési tendenciája, képet kapunk a szimmetria vagy aszimmetria viszonyokról, és természetesen az adatok előfordulási tartományáról (lásd 2. ábra). Az adatok előfordulási tartományát részintervallumokra osztjuk. Ez után meghatározzuk, hogy az egyes részintervallumban hány darab adat található. A darabszámnak megfelelő magasságban az egész részintervallum fölött húzunk egy, az x tengellyel párhuzamos egyenest. Az így származtatható lépcsős függvényt nevezzük hisztogramnak. A részintervallum hosszának helyes megválasztását illetően ismeretesek különböző szabályok. A hisztogram oszlopainak a száma (k) természetesen kapcsolatban van az adatok számával. Általánosságban azt a legkisebb oszlopszámot (k) fogadjuk el, amely mellett teljesülnek az alábbi egyenlőtlenségek:

$$2^k \geq n \text{ , vagy } k \geq 1 + 3.22 \cdot \lg(n),$$

ahol

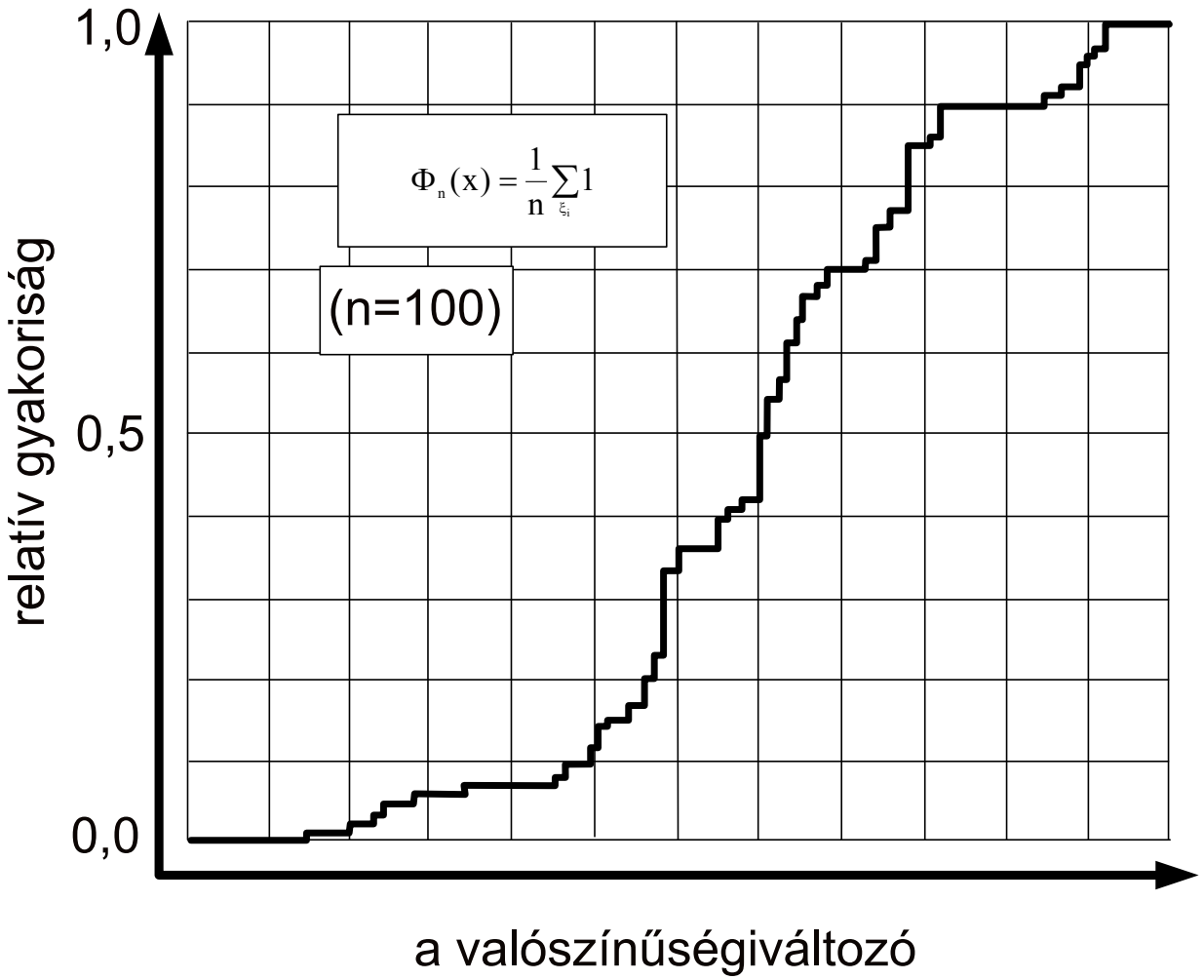
k - a hisztogram oszlopainak a száma,
n - az adatok száma.

A kapott hisztogram tájékoztatást ad arra vonatkozólag is, hogy a vizsgált valószínűségi változónak milyen típusú elmélet sűrűségfüggvénye, illetve elméleti eloszlásfüggvénye lehet. A hisztogram tehát közelítőleg tekinthető a vizsgált adatrendszer empirikus sűrűségfüggvényének is.

Kellően nagy n elemszámú adatsorból meghatározott empirikus eloszlásfüggvény birtokában egyértelműen válaszolhatunk arra a kérdésre, hogy adataink milyen F(x) eloszlás függvénnyel rendelkeznek. Azaz válaszolhatunk arra a kérdésre, hogy adataink milyen arányban kisebbek valamilyen x értéknél. A F(x) ismeretében persze azt is meg tudjuk határozni, hogy adataink milyen f(x) sűrűségfüggvénnyel jellemezhetőek, hiszen a két függvény között az alábbi kapcsolat áll fenn.

$$F(x) = \int_{-\infty}^{x} f(x)dx$$

A sűrűségfüggvény 1-re normált volta miatt az F(x) monoton növekszik, és maximális értéke az 1. Módusznak nevezzük azt az abcissza értéket, amelynél a sűrűségfüggvénynek maximuma van. A természetben előforduló eloszlások – attól függően, hogy a sűrűségfüggvénynek hány csúcspontja van – lehetnek unimodálisak és polimodálisak.



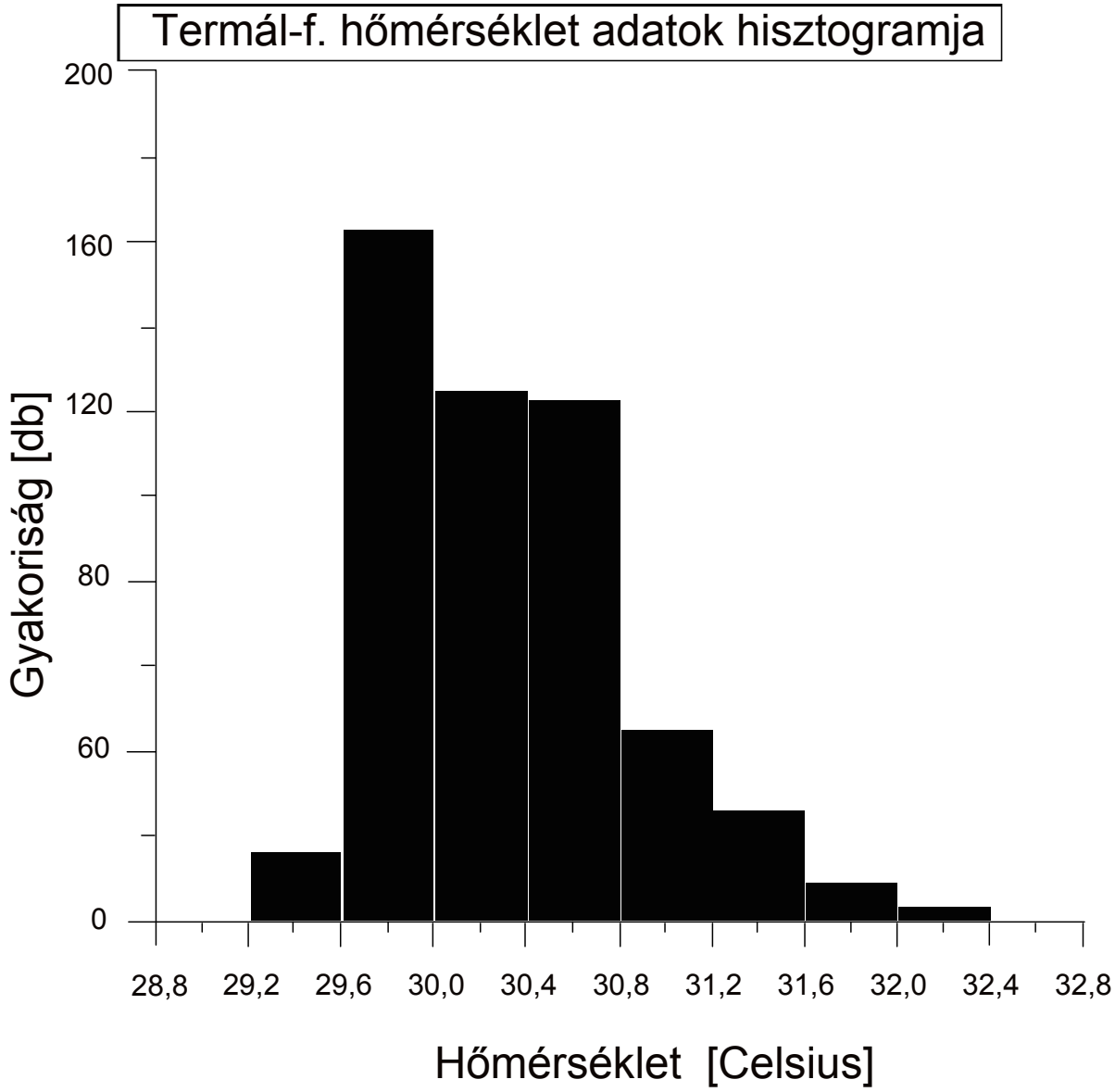
4.1.2 - 1. ábra. Egy mért valószínűségi változó (n adat) empirikus eloszlásfüggvénye.

Természetesen a sűrűségfüggvény is meghatározható akkor, ha ismerjük az eloszlási függvényt a következő egyenlet segítségével.

$$f(x) = \frac{d(F(x)}{dx}$$

Ismerjünk meg néhány nevezetes szimmetrikus sűrűségfüggvény standard alakját. Ez alatt azt értjük, hogy függvény helyparaméterét az origóba helyezzük (T=0), míg a függvény szélességét szabályozó skálaparamétert egységnyinek tekintjük (S=1). Az alábbiakban ismertetett sűrűségfüggvények esetében az általános alak úgy kapható meg a standard alakból, hogy x helyére (x-T)/S-et írunk, és az így adódó függvényt S-sel osztjuk. A legismertebb valószínűségi

sűrűségfüggvény a Gauss-féle, vagy normál sűrűségfüggvény. Sajnos, még ma is elég széles körben elterjedt az a tévhit, hogy a természetben lejátszódó folyamatok a Gauss-sűrűségfüggvénnyel jellemezhetők. Számtalan környezeti és földtani adaton végzett típus meghatározás viszont az igazolta, hogy a természetben szinte bármilyen típusú sűrűségfüggvénnyel is lehet dolgunk.



4.1.2 - 2. ábra. A Miskolc-Tapolcán található Termál-forrás hőmérséklet adatainak (n=600) hisztogramja.

A Gauss-féle sűrűségfüggvény: $f_{Gauss}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$ (T=0, S=1)

A Laplace-féle sűrűségfüggvény: $f_L(x) = \frac{1}{2} e^{-|x|}$ (T=0, S=1)

A Chauchy-féle sűrűségfüggvény: $f_{Chauchy}(x) = \frac{1}{\pi}\frac{1}{1+x^2}$ (T=0, S=1)

Bizonyos esetekben célszerű sűrűségfüggvény modell-családokat definiálni, hiszen a gyakorlatban, mint említettük, nagyon sokfajta sűrűségfüggvénnyel lehet dolgunk. Egy modell-család esetében egy paraméter segítségével más és más jellegű sűrűségfüggvényhez jutunk. Egy ilyen lehetséges modell-család az $f_a(x)$ szupermodell, amely nagyon jól alkalmazható különböző környezeti vagy földtani feladok megoldásánál. A szimmetrikus szuper-modell az alábbi alakban adható meg:

$f_a(x) = n(a) \cdot \frac{1}{\left[1+x^2\right]^{a/2}}$ (T=0, S=1, a>0), ahol

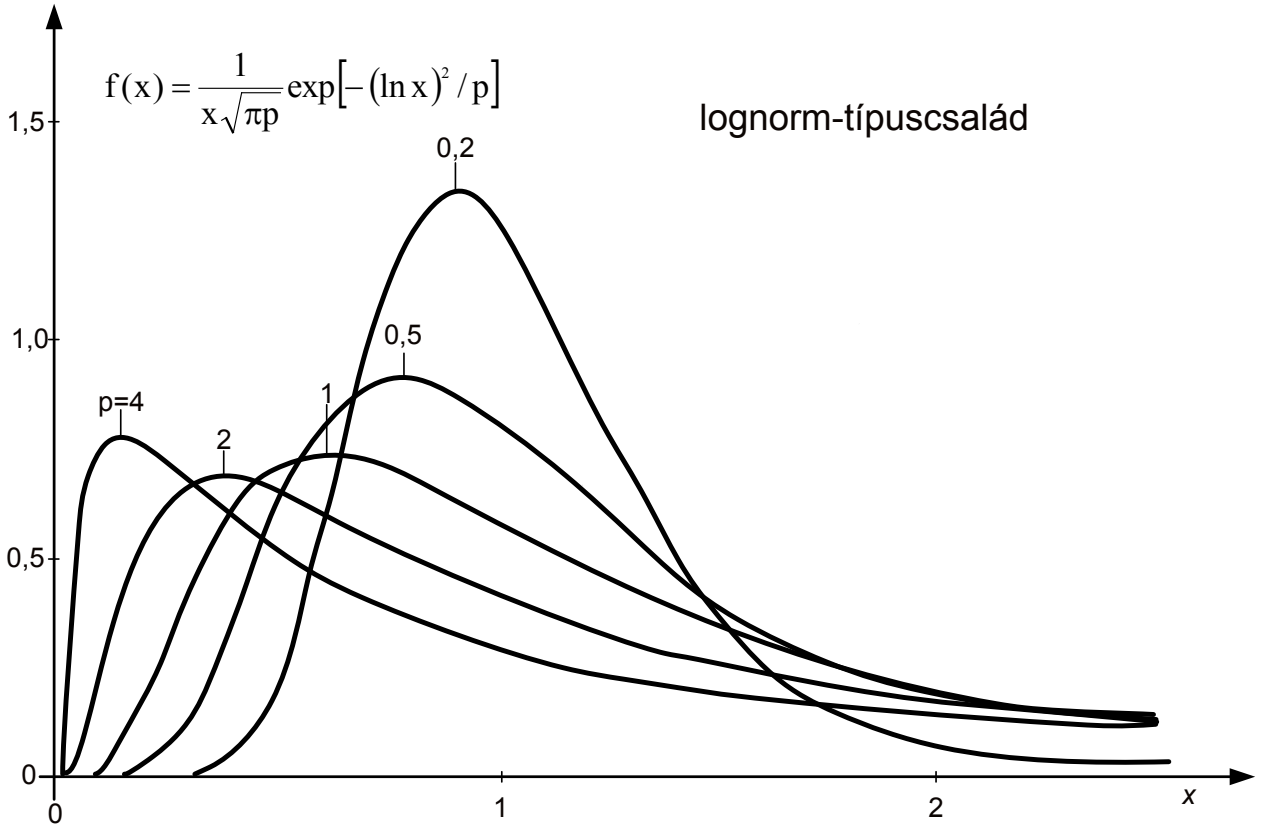
n(a) egy normálási együttható. Ha az „a” modell paraméter értéke 2, akkor egy széles szárnyú eloszlással van dolgunk, amely a Chauchy-féle sűrűségfüggvény. Ha az „a” értéke a végtelenhez tart, akkor a Gauss vagy normál sűrűségfüggvénnyel lesz dolgunk. Ha az „a” értéke 5, akkor beszélünk az ún. geostatisztikai sűrűségfüggvényről.

A természetben sokszor aszimmetrikus eloszlások is előfordulnak, ezért az ilyen típusú sűrűségfüggvényekkel is foglalkoznunk kell. Egy gyakran alkalmazott aszimmetrikus modell-család a lognorm ($f_{ln}(x)$) szupermodell, amelyet az alábbiak szerint definiálunk:

$f_{\ln}(x) = \frac{n(p)}{x} \cdot e^{-(\ln x)^2/p}$ (x>0, p>0), ahol

n(p) a normálási faktor, „p” pedig a modellparaméter. A 3. ábrán jól látható, hogy a „p” modellparaméter változtatásával hogyan kapunk különböző típusú aszimmetrikus sűrűségfüggvényeket. Látható, hogy a „p” paraméter értékének növekedésével csökken az aszimmetria mértéke.

Mért adataink esetében nagyon fontos lenne, hogy meg tudjuk mondani azt, hogy az adataink milyen valószínűségi sűrűségfüggvénnyel jellemezhetők. Egyik lehetőség az, hogy valamilyen sűrűségmodellt illesszünk az adatainkból készített hisztogramra (empirikus sűrűségfüggvényre), vagy valamilyen eloszlásmodellt illesszünk az empirikus eloszlásfüggvényre. Az illesztés gyakorlati megvalósítása azonban nem könnyű matematikai feladat, hiszen többváltozós minimalizálást kell végrehajtanunk az empirikus és a számított függvények között. Ezért a típusmeghatározás során alkalmazhatunk egyszerűbb, de kevésbé hatékony módszereket is. Egy ilyen eljárás az ún. grafikus próba alkalmazása. E próbák azt használják ki, hogy nem túl nagy gyakorlattal bíró szakember is képes legyen ránézésre megítélni egy statisztikus-ingadozást mutató pontsorról, hogy azok a pontok egyenest definiálnak-e vagy sem.

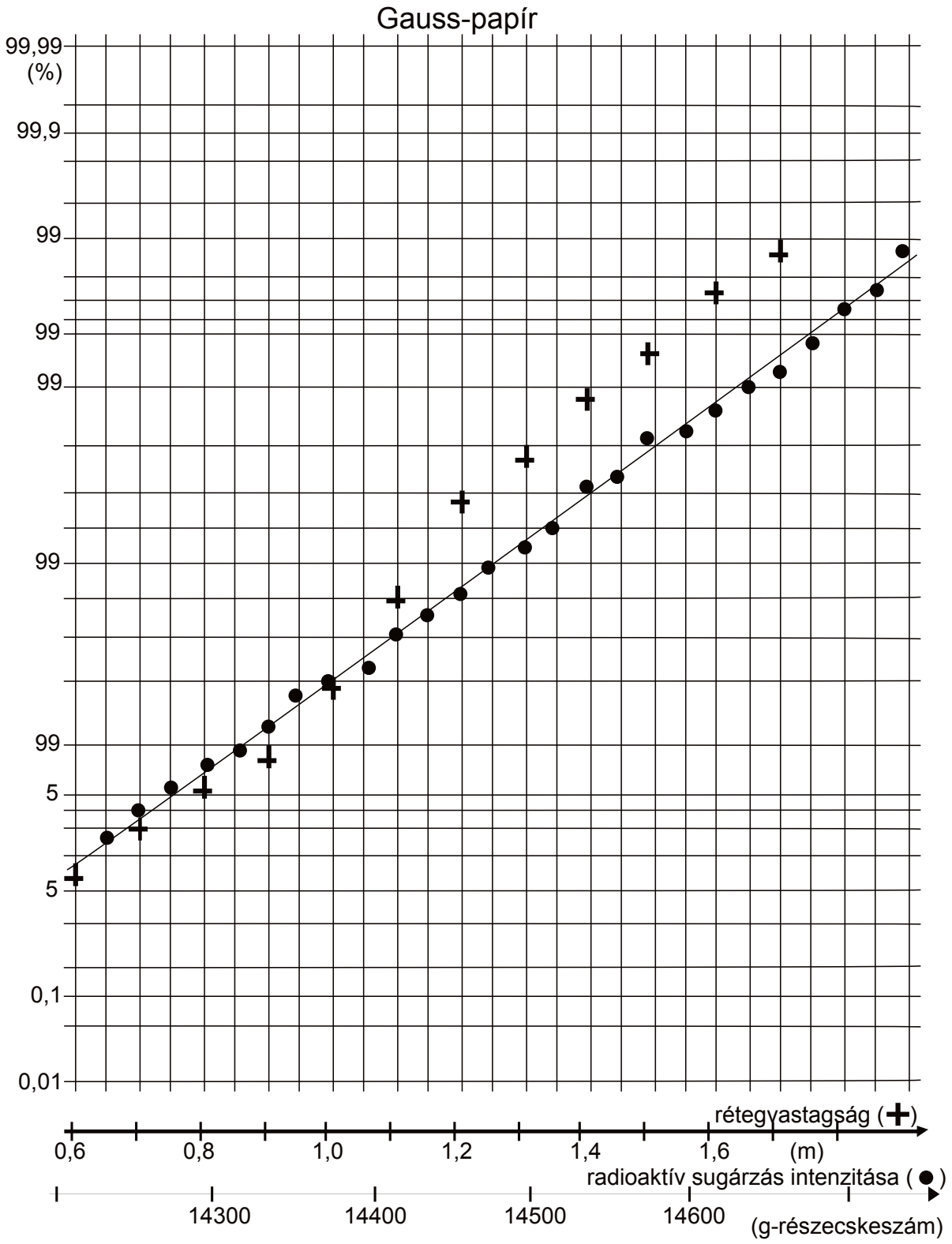


4.1.2 - 3. ábra. A lognorm szupermodell különböző sűrűségfüggvényei.

A típusra vonatkozó grafikus próbák tehát nagyon egyszerűek. A különböző típusú eloszlásokhoz a statisztikusok ún. valószínűségi papírokat készítenek, amelyeken ábrázolhatjuk a mérési adatainkat. A 4.1.2 – 4. ábra egy egyszerű példát mutat be. Van egy Gauss-papírunk, amelynek függőleges tengelyén valószínűségértékek vannak megadva. A vízszintes tengely szabadon skálázható az adataink értéktartományának megfelelően. Ha elkészítjük az adatainkból az empirikus eloszlás függvényt a fentebb említett módon, akkor a relatív gyakoriság értékeket felhordjuk az ábrán az adott adat értékeknél. Ezután nagyon egyszerű dolgot kell tennünk. Ha adataink közelítőleg egy egyenesre esnek, akkor elfogadjuk a hipotézist, vagyis az adatainkat Gauss-sűrűségfüggvénnyel jellemezhetjük. Ha nem kapunk egyenest, akkor a kiindulási hipotézist el kell vetnünk. Ebben az esetben azonban csak azt tudjuk állítani, hogy adataink nem Gauss-eloszlásúak. Ezután esetleg további valószínűségi papírt alkalmazhatunk típus-meghatározásra.

A 4.1.2 - 4. ábrán szereplő Gauss-papíron két különböző adatsor értékei vannak feltüntetve. Jól látható, hogy az egyik adatsor esetében Gauss-eloszlással van dolgunk, míg a másik esetben az a feltételezést el kell vetnünk. Végül essen szó az ún. lapultsági együtthatóról is (kurtosis, C_k), amelynek az értéke egy n elemű adatsor esetében az alábbi módon adható meg a negyedik centrális momentum és a szórás negyedik hatványának függvényében:

$$C_k = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^4}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot \sigma^4} - 3 .$$



4.1.2 - 4. ábra. Típus meghatározás Gauss valószínűségi papír segítségével.

A lapultsági együttható a vizsgált eloszlás „csúcsosságának” a mérőszáma: ha $C_k>0$, a sűrűségfüggvény középső szakasza a Gauss eloszláshoz viszonyítva magasabban helyezkedik el, és megfordítva. A fenti kifejezésbe az additív tag (-3) úgy került be, hogy normális eloszlás esetén a tört értéke 3.

4.1.3 Korrelációs vizsgálatok

Méréseink során gyakran előfordul, hogy különböző típusú adatokat mérünk. Az így előálló adatrendszer egyes adatsorai között sokszor próbálunk kapcsolatot keresni. A különböző típusú adatok között esetleges kapcsolatok elemzésére korrelációs vizsgálatokat hajtunk végre. Az egyszerű korrelációs vizsgálatok során négy különböző módszert is alkalmaztunk. Az első módszer lényege annak a két adatsornak a vizuális megjelenítése, amelyek között a feltételezett kapcsolatot keressük. A vizsgált görbék együttmozgási hasonlósága alapján már ezen a szubjektív úton is következtethetünk a mért adatok közötti korrelációs viszonyokra. Természetesen joggal merül fel az igény arra vonatkozólag, hogy a korreláció erősségét tényleges mérőszámok segítségével is kifejezzük. Így az alkalmazott másik három módszer matematikai képletekkel definiált korrelációs együttható számításon alapult.

A hagyományos (Pearson-féle) korrelációs együttható

Az adatok közötti sztochasztikus vagy más néven korrelációs kapcsolatok szorosságáról többek között az „**r”** egyszerű (Pearson-féle) korrelációs együttható ad felvilágosítást. Az egyszerű korrelációs együttható számítására az adott két vizsgált (pl. x és y), adatsorral rendelkező valószínűségi változónál a következő összefüggést használjuk:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}}$$, ahol

n - az adatok száma,

$\bar{x}$ - az x_i adatok számtani átlaga,

$\bar{y}$ - az y_i adatok számtani átlaga.

Az így számolt korrelációs együttható értéke (-1) és (+1) között változhat. Ha a két változó lineárisan független, akkor r=0. Ha r értéke pozitív, akkor a kapcsolat pozitív iránytangensű, ha negatív, akkor negatív iránytangensű egyenessel írható le. Ha r=1, vagy r=-1, abban az esetben a vizsgált változók között tökéletes lineáris függvénykapcsolat létezik. Általában elmondhatjuk, ha a változók közötti korrelációs együttható abszolút értéke 0.8-nál nagyobb, akkor a változók között viszonylag erős lineáris kapcsolat meglétét tételezhetjük fel. A szakemberek az r értéke mellett sokszor r^2 értékét is meg szokták adni. Az r^2 azt fejezi ki, hogy az egyik vizsgált adatsor változása a másik adatsorban történő változásokat hány százalékban magyarázza. Például, ha r=0.9, akkor az x_i adatok értékének változása 81%-ban írja le az y_i adatsor értékeiben történt változást.

Robusztus korrelációs együttható

Ezt a korrelációs együtthatót a Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékén működő geostatisztikai kutatócsoport (vezetője: Dr. Steiner Ferenc Professzor Emeritus) fejlesztette ki. Ez a mérőszám a földtudományi adatrendszerek feldolgozására kifejezetten alkalmas leggyakoribb értékek elvére épül. Kiküszöböli a hagyományos (Pearson-féle) korrelációs együttható legnagyobb hibáját, az „outlier" (kieső pont vagy hibás adat) érzékenységet. A robusztus korrelációs együttható további előnye emellett, hogy érzéketlen a vizsgált valószínűségi változók eloszlására is. A robusztus korrelációs együttható a következőképpen számítható:

$$r_M = \frac{\sum_{i=1}^{n} Sx_i(x_i - M_x)Sy_i(y_i - M_y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} Sx_i^2(x_i - M_x)^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n} Sy_i^2(y_i - M_y)^2}}$$, ahol

n - az adatok száma,
M_x - az x_i adatok leggyakoribb értéke,
M_y - az y_i adatok leggyakoribb értéke,
Sx_i - az x_i adat leggyakoribb érték szerinti súlya,
Sy_i - az y_i adat leggyakoribb érték szerinti súlya.

Sperman korrelációs együttható

Bizonyos esetekben célszerű nem paraméteres korrelációs együtthatók alkalmazása is. Ilyen esetekben a hagyományos statisztikai eljárások a korrelációs indexet (I) számítják. A földtudományok esetében azonban leginkább a Sperman-féle rangkorreláció terjedt el, mint nem paraméteres számítási eljárás. Ebben az esetben a változók tényleges mért értékei helyett azok rangsoraival számolunk a rangkorreláció megadásakor. A Sperman korrelációs együttható előnye az, hogy alkalmas nem lineáris kapcsolattal közelíthető korrelációs viszonyok viszonylag pontos értékelésére is. A Sperman korrelációs együttható megadható:

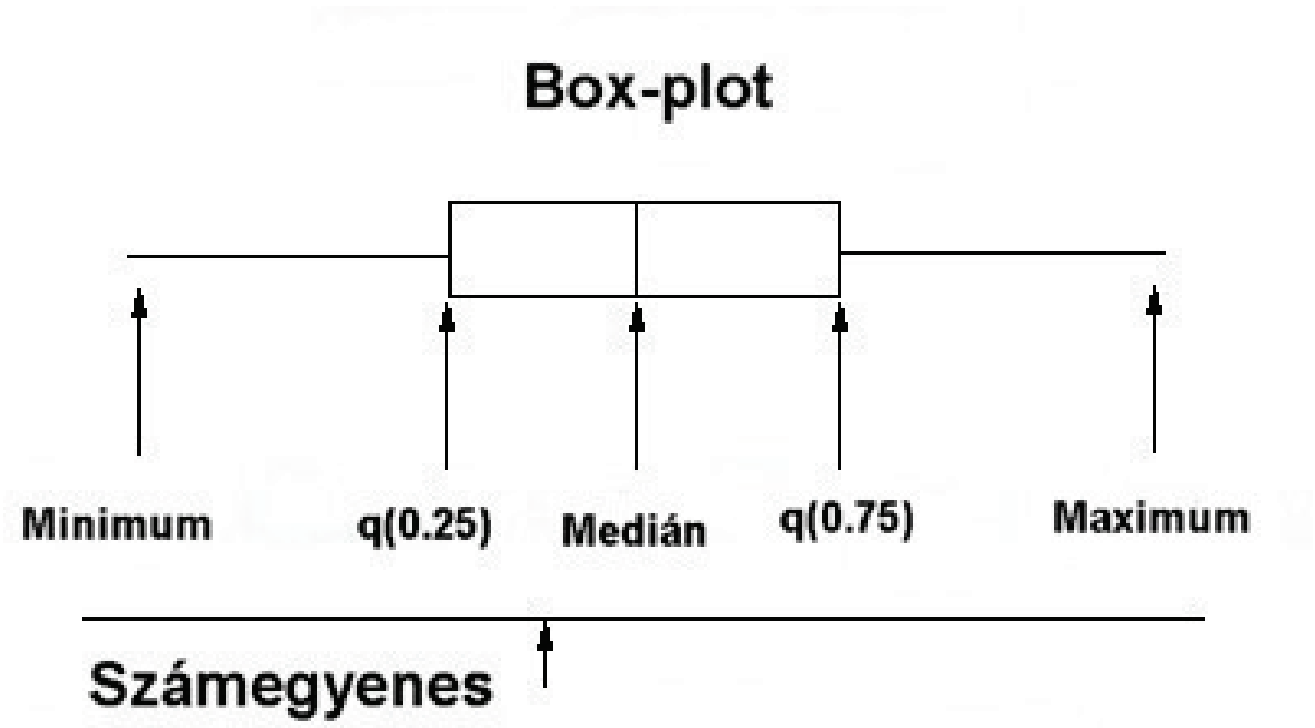
$$r_S = \frac{\sum_{i=1}^{n}(R_i - \frac{n+1}{2})(S_i - \frac{n+1}{2})}{n(n^2-1)/12}$$, ahol

n - az adatok száma,
R_i - az x_i adat rangja (hányadik a nagyság szerint sorba rendezett adatsorban)
S_i - az y_i adat rangja (hányadik a nagyság szerint sorba rendezett adatsorban).

4.1.4 Adatrendszerek ábrázolása. Box-Whisker Plot

Adatrendszerek esetében valamilyen grafikus szemléltetés nagy segítséget jelenthet az adatfeldolgozási vizsgálatok során, elsősorban azzal, hogy így gyorsabb és átfogóbb áttekintést tesz a szakember számára lehetővé, és ez által az adatrendszerre vonatkozó következtetéseink is pontosabbak lehetnek. Az adatrendszerek grafikus ábrázolását illetően nagyon sok módszer terjedt el, mint például a fentebb említett hisztogram vagy empirikus eloszlás függvény. Ezek mellett érdemes megismerni az ún. doboz diagrammok alkalmazásának a lehetőségét is.

Az adatrendszerek grafikus megjelenítésére és értelmezésére a földtudományi gyakorlatban nagyon jól használhatóak az ún. doboz diagrammok vagy „Box-Whisker" plotok. A dobozok hossza a vizsgált adatrendszer alsó kvartilis (25 %-os) értékétől a felső kvartilis (75 %-os) értékéig terjed, mint ahogy az alábbi két magyarázó ábrán is látszik. A dobozon belüli vonal az adatrendszer középső elemének, azaz mediánjának a helyét jelöli ki. A dobozon kívüli vonalak („bajszok") az adatrendszer elnyújtságát és terjedelmét szemléltetik. Bizonyos esetekben lehetőség van az adatrendszer tömörödési helyétől igen távol eső adatok kieső („outlier") adatként való feltüntetésére is. Ha a bajszok hosszabbak, mint a doboz hosszúságának 1.5 szerese, akkor ott már kieső adatokra kell számítanunk. Az így jelölt adatok mindenképp figyelmet érdemlenek, hiszen lehet, hogy van tényleges fizikai magyarázata a távol eső adatoknak is, de lehet hogy egyszerű mérési hiba történt. A teljes adatrendszer további értelmezése előtt ezért mindenképp célszerű tisztázni a kieső adatok eredetének magyarázatát. Ha a kieső adatokat emberi hiba okozta, akkor ezeket az adatokat célszerű eltávolítani az értelmezési fázis előtt.



4.1.4 - 1. ábra. A „Box-Whisker" diagram típus főbb statisztikai elemei.

4.1.5 Kiegyenlítő vagy regressziós számítások

A kiegyenlítő számításokat regressziós vizsgálatoknak is nevezhetjük. A kiegyenlítések során a mért adatainkat (y_i) egy számított adatsorral (y_i^{cal}) próbáljuk közelíteni. A számított adatsort egy függvénykapcsolat segítségével állítjuk elő. A feltételezett függvény kapcsolat változója (x_i) is mért adat. A regressziós számítás során a függvénykapcsolat paramétereit határozzuk meg. Először ismerkedjünk meg a lineáris regresszió alkalmazásával, ahol az alábbi egyenletből indulunk ki.

$$y_i^{cal} = b_0 + b_1 x_i$$

A feladat a „b_0" és a „b_1" paraméterek azon értékeinek a megtalálása, amelyek mellett a mért és a számított adatok eltérésrendszere minimális lesz. Ezt a kívánalmat az alábbi leginkább alkalmazott legkisebb négyzetes feltétel fejezi ki.

$$\sum_{i=1}^{n} (y_i - y_i^{cal})^2 = \min.$$

A y_i^{cal} helyére beírhatjuk a lineáris egyenes egyenletét. Így most már a legkisebb négyzetes minimum feltételben szerepelnek a meghatározni kívánt paraméterek.

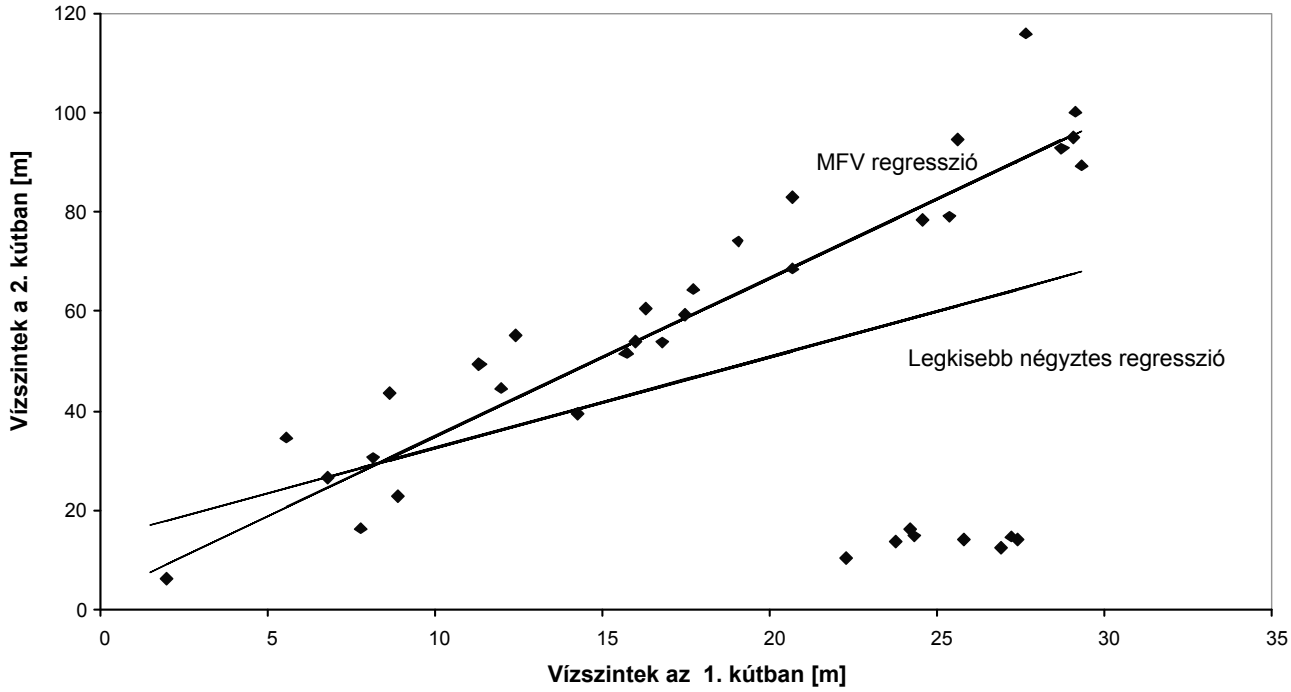
$$\sum_{i=1}^{n} (y_i - b_0 - b_1 x_i)^2 = \min.$$

Ha a fent kifejezés minimum értéket mutat, akkor a b_0 és b_1 paraméterek szerinti derivált zérus értéket kell, hogy adjon. A feltétel segítségével juthatunk el az ún. normál egyenletrendszerhez az ismeretlenek szerinti deriválások után, amely esetünkben a következőképpen írható.

$$\sum_{i=1}^{n} y_i = n b_0 + b_1 \sum_{i=1}^{n} x_i$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i y_i = b_0 \sum_{i=1}^{n} x_i + b_1 \sum_{i=1}^{n} x_i^2$$

A normál egyenletrendszer megoldása szolgáltatja a b_0 és b_1 paraméterek értékét, amelyek alapján a kiegyenlítő egyenes megszerkeszthető. Természetesen az említett eset mellett akár többváltozós nem lineáris regressziós kapcsolatokat is definiálhatunk.



4.1.5 – 1. ábra. A legkisebb négyzetes és az MFV regresszió gyakorlati alkalmazása.

A fentebb említett legkisebb négyzetes kiegyenlítésnek jelentős hátránya az, hogy igen érzékenyen reagál a kieső adatokra és az adatok eloszlás típusának változására. Ezt a hátrányt képes ellensúlyozni a fentebb említett leggyakoribb értékek elvére épülő (MFV) regresszió. A 4.1.4 - 1. ábra a kétfajta kiegyenlítés között különbséget mutatja be. Két kútban mértek vízszint adatokat. Az egyéb hidraulikai vizsgálatok alapján tudjuk, hogy a két kútban mért vízszint adatok között erős kapcsolat van. A legkisebb négyzetes regresszió azonban nagyon érzékenyen reagál néhány kiugró adatra, míg a leggyakoribb értékek szerinti regresszió a tényleges lineáris kapcsolatot képes meghatározni a mérési adatok alapján.

4.1.6 Kiugró értékek vizsgálata

A kiugró vagy kieső adatok felismerése nagy fontossággal bír a környezeti vagy földtani adatok feldolgozása során. A kiugró vagy kieső adatok oka lehet mérési hiba, vagy egyéb olyan ok, amely nincs kapcsolatban a mért adatok természetével. Azonban a kiugró adatoknak bizonyos esetekben tényleges környezeti vagy földtani okai is lehetnek. Ezért, ha kieső adatokat detektálunk, akkor minden esetben tovább kell vizsgálódni, hogy megállapíthassuk a kiugró adatok okát.

Egy több dimenziós adatrendszer esetében célszerű minden változó esetében elvégezni a következő elemzést. Minden olyan x_i adatot, amely nem felel meg az alábbi feltételnek, egyedileg meg kell vizsgálni, mert az adat feltehetőleg kieső értéknek tekinthető.

$$(\bar{x} - 3 \cdot \sigma) \leq x_i \leq (\bar{x} + 3 \cdot \sigma)$$

A fenti egyenlőtlenség azon a valószínűségelméleti tényen alapul, hogy normál eloszlás esetében például annak a valószínűsége, hogy a mért változó értéke a fenti intervallumba esik, 99.7%. Tehát azok az x_i adatok, amelyek nem teljesítik a fenti feltételt, nagy valószínűséggel kieső adatoknak tekinthetők.

A kiugró értékek meghatározására használhatjuk a leggyakoribb értékek módszerét is. A leggyakoribb érték (M) számítása során az egyes x_i adathoz automatikusan számítódó súlyok ($w(x_i)$) kerülnek meghatározásra. Ezek értékei a leggyakoribb érték és a dihézió ismeretében az alábbi módon adhatóak meg. Mint látható, a súlyok értékei 0 és 1 között változhatnak.

$$w(x_i) = \frac{\varepsilon^2}{\varepsilon^2 + (x_i - M)^2}$$

Általában azokat az adatokat már kieső vagy kiugró adatoknak tekinthetjük, amelyek esetében a súly értéke kisebb, mint 0.02.

4.2. Környezeti jellemzők idősorainak jellemzése

A környezeti vagy földtani jellemzők mérésénél nagyon gyakran alkalmazunk Δt időközönként ismétlődő méréseket. Az ilyen monitoring mérések során az egyes változókat illetően idősorok állnak elő. Az egyes idősorok elemzésére, illetve az idősorok közötti kapcsolatok feltárására használhatjuk azokat a statisztikai eljárásokat is, amelyeket fentebb megismertünk. Itt viszont most bemutatunk néhány olyan speciális módszert és eljárást, amelyeket elsősorban idősorok adatainak elemzésére dolgoztak ki.

Az auto-kovariancia és a kereszt-kovariancia függvények alkalmazása nagyon gyakori vizsgálati eszköz a különböző idősorok jellemzésére. Egy idősor esetében az auto-kovariancia függvény matematikai kifejezése a következő:

$$C_x(k) = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n-k}(x_t - \bar{x})\cdot(x_{t+k} - \bar{x}), \text{ ahol}$$

„k” az időbeli eltolás mértékét adja meg. Az auto-kovariancia függvény a vizsgált változó emlékezetének tekinthető. Ha egy megtörtént környezeti vagy földtani eseménynek hosszú távú hatása van a mért idősorra, akkor az auto-kovariancia függvény egyenletesen csökken a k időköz különbséggel. Ha a k időintervallum különbség zérus (k=0), akkor a vizsgált idősor varianciáját, vagyis a szórását kapjuk meg. Az auto-kovariancia számításánál k értékét általában 0 és n/4 között változtatjuk. A különböző k értékekhez tartozó $C_x(k)$ értékekből tudjuk előállítani és megrajzolni az auto-kovariancia (vagy auto-variancia) függvényt (lásd 4.2 - 1. ábra).

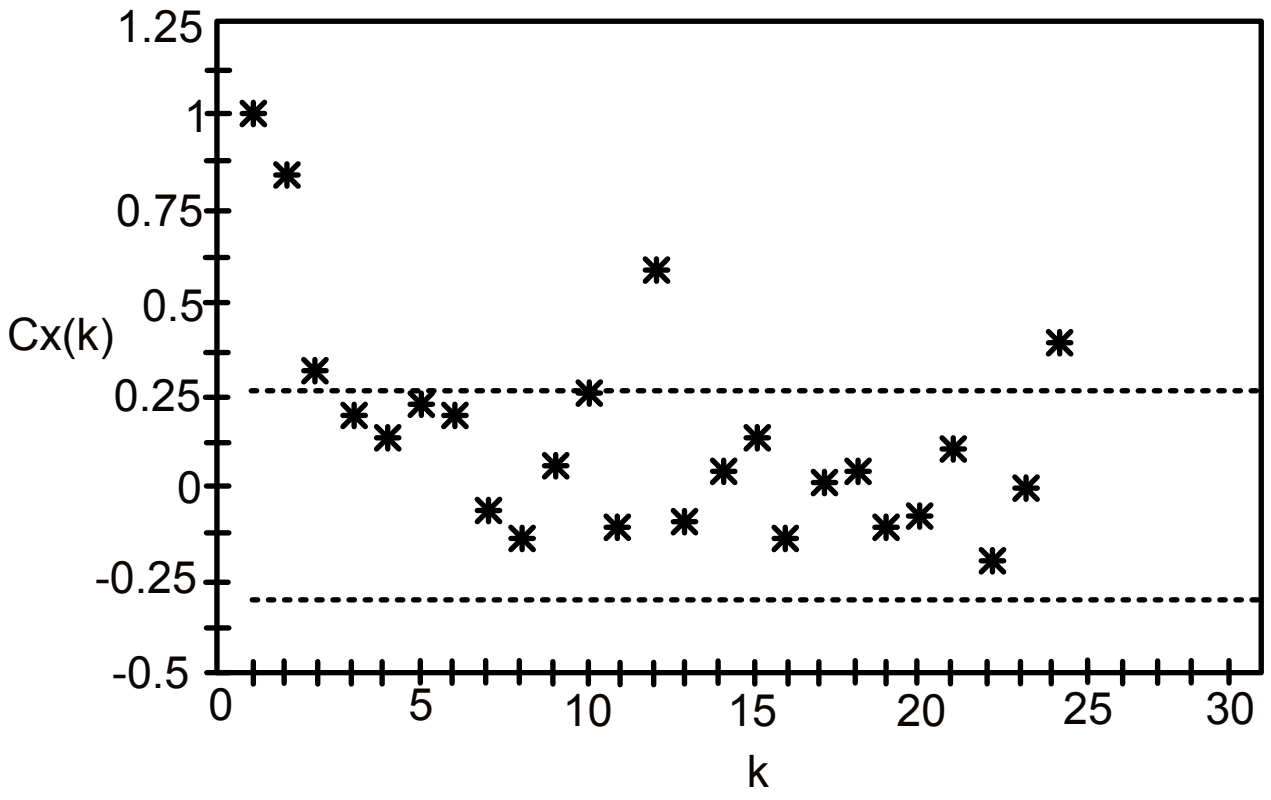
Hasonló módon adható meg két különböző idősor alapján számítható kereszt-kovariancia függvény:

$$C_{xy}(k) = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n-k}(x_t - \bar{x})\cdot(y_{t+k} - \bar{y}).$$

A kereszt-kovariancia függvény teljesen hasonlóan értelmezhető különböző mért változók közötti kapcsolat vizsgálatára, mint az auto-kovariancia függvény. Ha k=0, akkor megkapjuk az ún. kovarianciát (COV), amely a két vizsgált idősor együttváltozási jellegét fejezi ki egy mérőszám segítségével az alábbi módon.

$$COV = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}(x_t - \bar{x})\cdot(y_t - \bar{y})$$

Természetesen, mint látható, a kovarianciának szoros kapcsolata van a korábban megismert korrelációs kifejezésekkel.



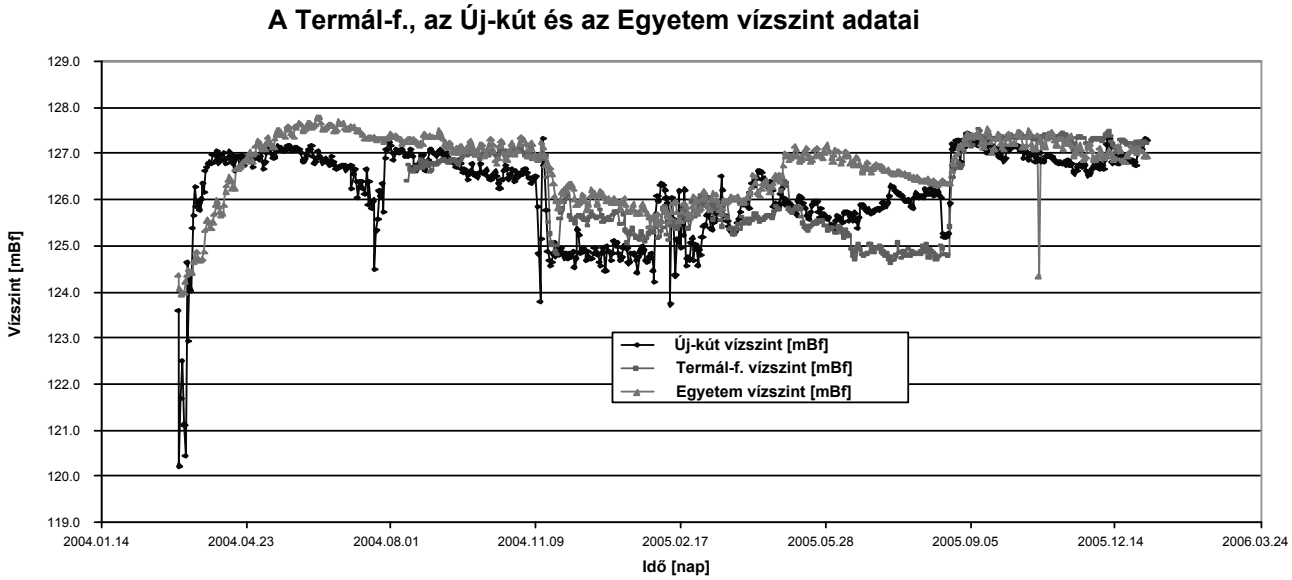
4.2 - 1. ábra. Egy mért idősor auto-kovariancia függvénye.

Környezeti idősorok esetében persze egyszerűbb grafikus vizsgálatokat is elvégezhetünk annak érdekében, hogy feltárjuk a mért és vizsgált változók közötti esetleges kapcsolatokat. A monitoring eredményeként előálló adatsorokat az idő függvényében például egy közös koordináta rendszerben

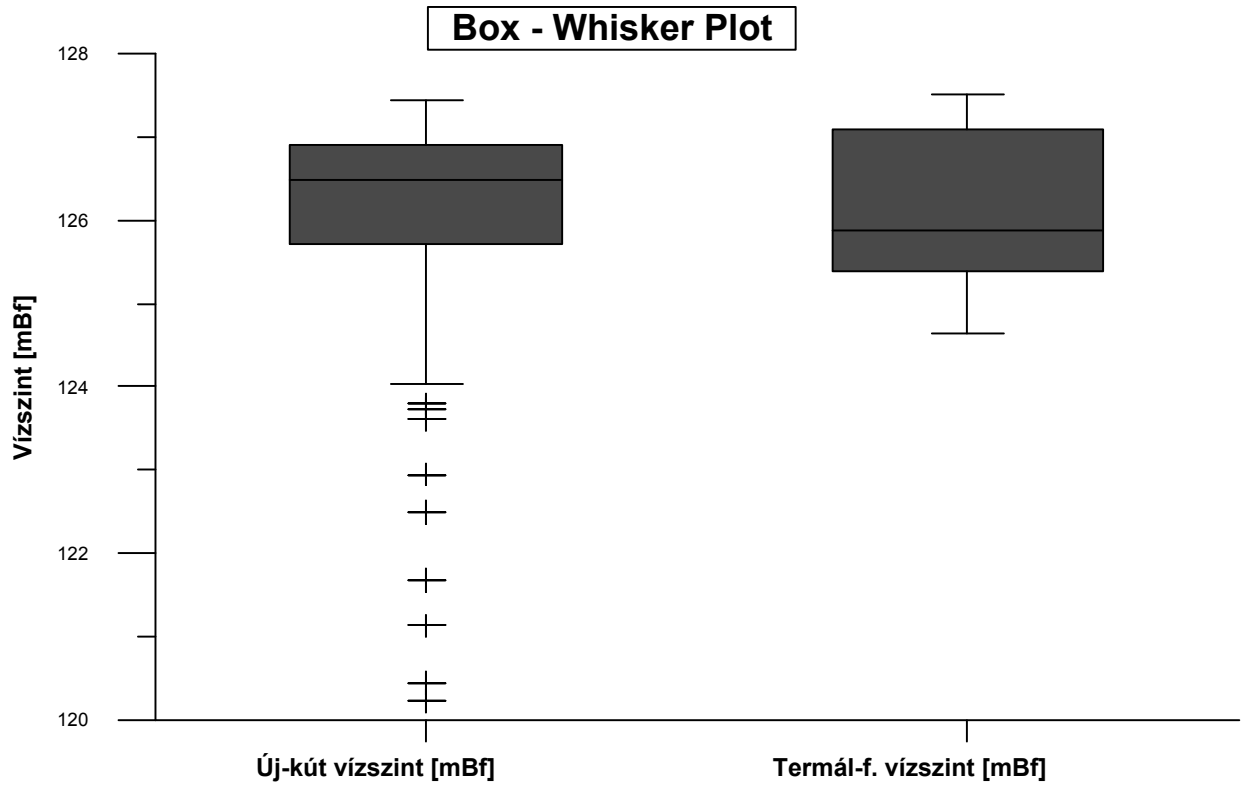
ábrázolhatjuk. A vizsgált görbék együttmozgási hasonlósága alapján már ezen a szubjektív úton is következtethetünk a mért adatok közötti kapcsolatokra, illetve korrelációs viszonyokra. A 4.2 – 2. ábra Miskolc-Tapolca környezetében 3 különböző (Termál-forrás, Új-kút, Egyetemi-kút) helyen mért karszt vízszint idősorokat mutat be. Az ábrázolt idősorok jól mutatják be azt, hogy a tapolcai karsztrendszer egymástól nem túl távoli elemei között bizony erőteljes hidraulikai kapcsolat áll fenn.

Jól használhatóak az idősorok elemzésére a fentebb már ismertetett doboz diagrammok. A 4.2 - 3. ábra mutat be ilyen gyakorlati példát, amelyen jól elválik a 4.2 - 2. ábrán feltárt korreláció ellenére a két különböző helyen (Új-kút és Termál-forrás) mért vízszint idősorok közötti karakterisztikus különbség. Mind a kereszttel jelölt kieső adatokat, mind pedig az idősorok adatainak szimmetria viszonyait illetően jelentős különbségek észlelhetők a doboz diagram segítségével.

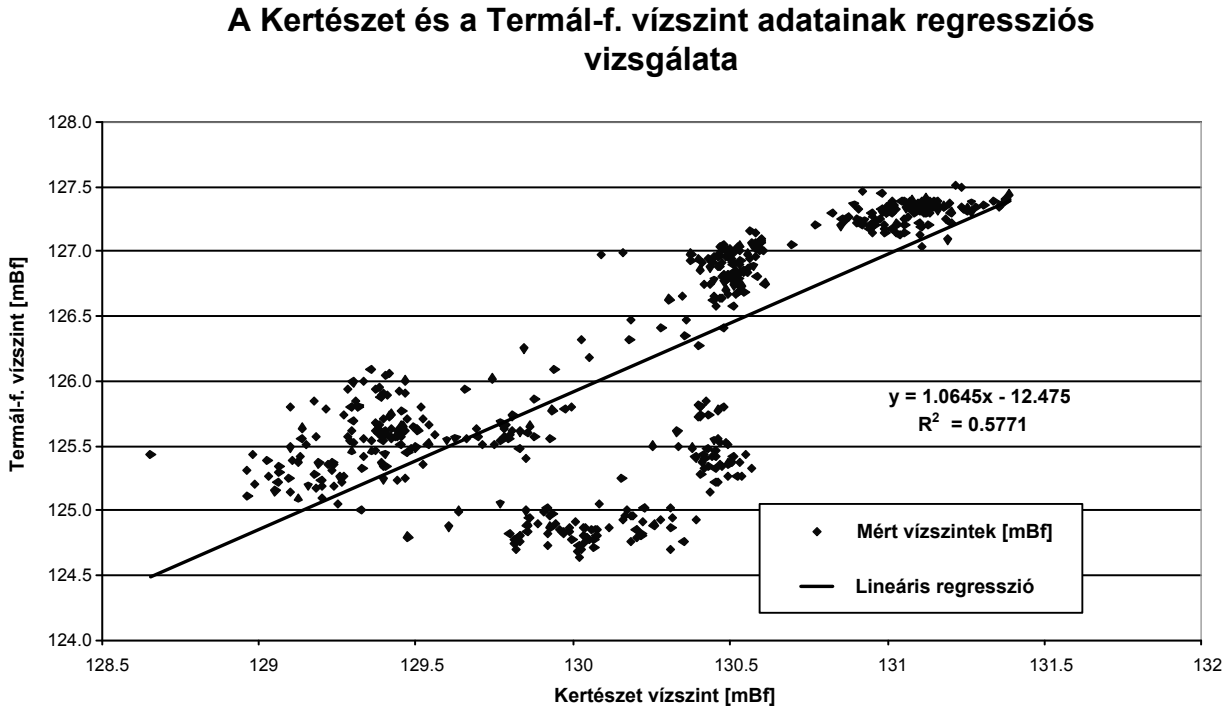
A korábban megismert regressziós vizsgálatok is jól használhatók idősorok elemzésére. Az egy vagy több változós kiegyenlítési számítások során meghatározhatjuk a lehetséges függvénykapcsolatokat a mért változók között. A 4.2. - 4. ábra bemutatja két különböző helyen mért felszín alatti vízszint adatok idősorai között fennálló viszonyokat lineáris regresszió alkalmazásával.



4.2 - 2 ábra. Különböző helyeken mért vízszint idősor adatok ábrázolása.



4.2 - 3. ábra. A „Box-Whisker" diagram alkalmazása idősorok elemzésére.



4.2 - 4. ábra. Regressziós vizsgálat alkalmazása idősorok elemzésére.

A Diszkrét Fourier Transzformáció (DFT) alkalmazása idősorok elemzésére

A környezeti és földtani vizsgálatok során a különböző változókhoz tartozó adatainkat az idő függvényében mérjük. Vagyis időtartománybeli adatsorokkal van dolgunk. Ezzel ellentétben lehetséges az is, hogy egy matematikai transzformáció segítségével az adatainkat a frekvencia tartományban vizsgáljuk. A Fourier transzformáció lehetőséget teremt arra, hogy egy időtartománybeli adatsort áttranszformáljunk a frekvencia tartományba. A gyakorlatban a mért adatsorok nem folytonosak, hanem valamilyen mintavételi időköz segítségével mérjük azokat. Vagyis diszkrét idősorokkal van dolgunk. A környezetünk jobb megismerését szolgáló különböző monitoring rendszerek diszkrét adatsorokat állítanak elő.

Egy vizsgált hosszabb időintervallum 0 és T idő között felosztható N darab intervallumra, ahol a mintavételi idő egyenlő: $\Delta t = T / N$. f_n jelöli a folytonos f(t) függvény értékét t_n időnél. Az adatok időbeli indexe a következő lehet: n = 0, 1, 2, …., N-1. Ebben az esetben egy idősor diszkrét Fourier transzformáltja (DFT) megadható az alábbi kifejezéssel:

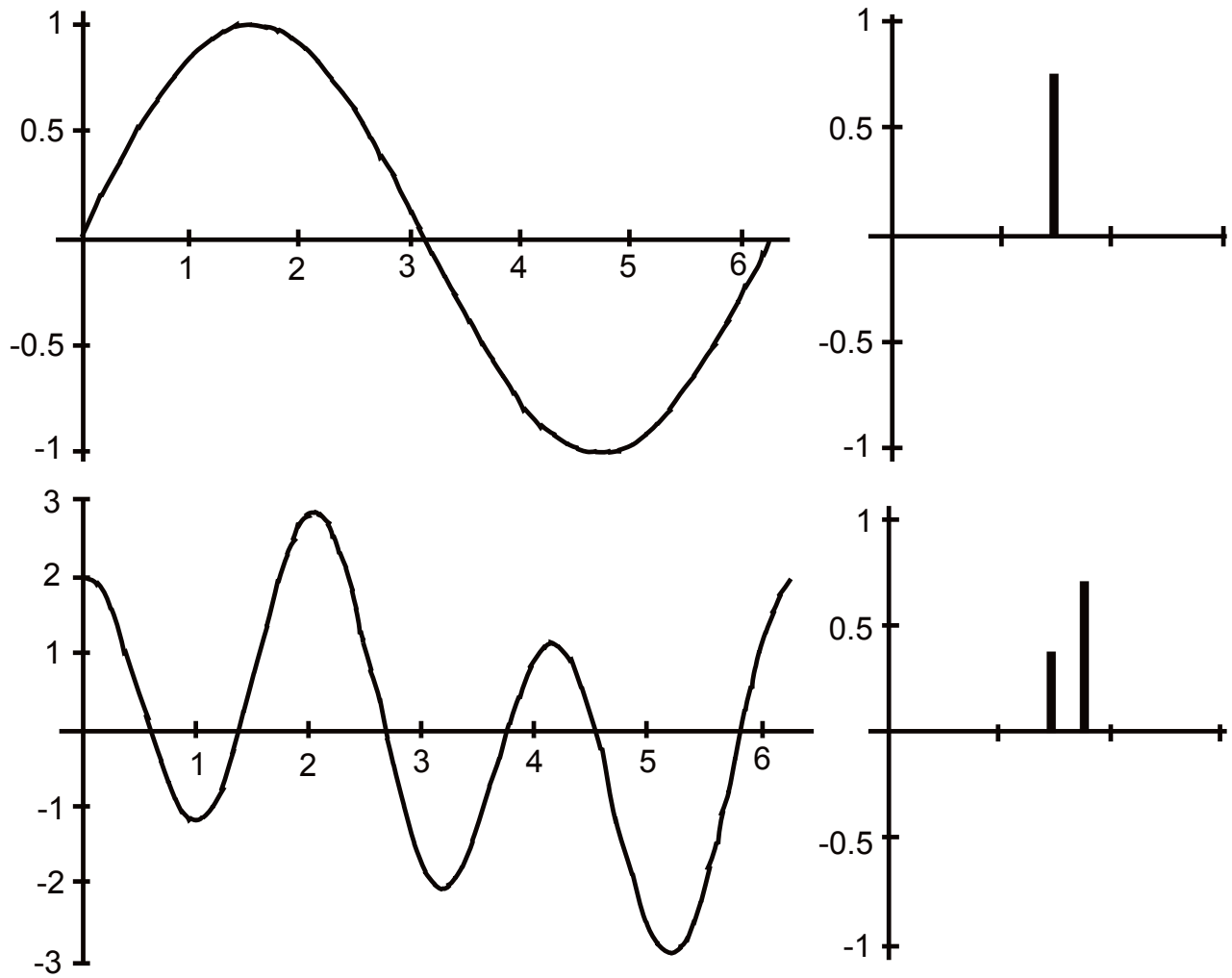
$$F_k = \sum_{n=0}^{N-1} f_n e^{-ik\omega_0 n} \quad \text{k = 0 to N-1.}$$

A Fourier transzformált értékekből megadható az inverz Fourier transzformáció összefüggése:

$$f_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} F_k e^{ik\omega_0 n} \quad \text{n = 0 to N-1, ahol}$$

$\omega_0 = 2\pi / N$.

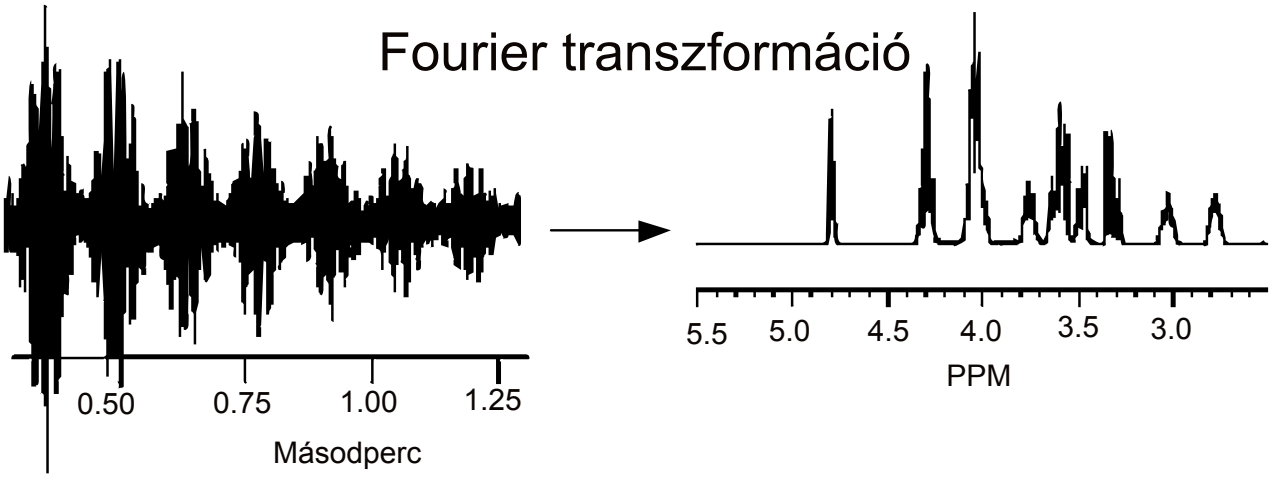
A 4.2 - 5. és a 4.2 - 6. ábrák segítséget nyújtanak ahhoz, hogy megértsük a Fourier transzformáció lényegét, amely kapcsolatot termet az idő és a frekvencia tartomány között. Periodikus jelek esetében mindenféleképpen célszerűnek tűnik a frekvencia tartománybeli vizsgálat, hiszen egy-egy domináns időtartománybeli periódus a frekvencia tartományban egyetlen domináns jelként jelenik meg egy-egy, az időperiódusnak megfelelő frekvencia értéknél.



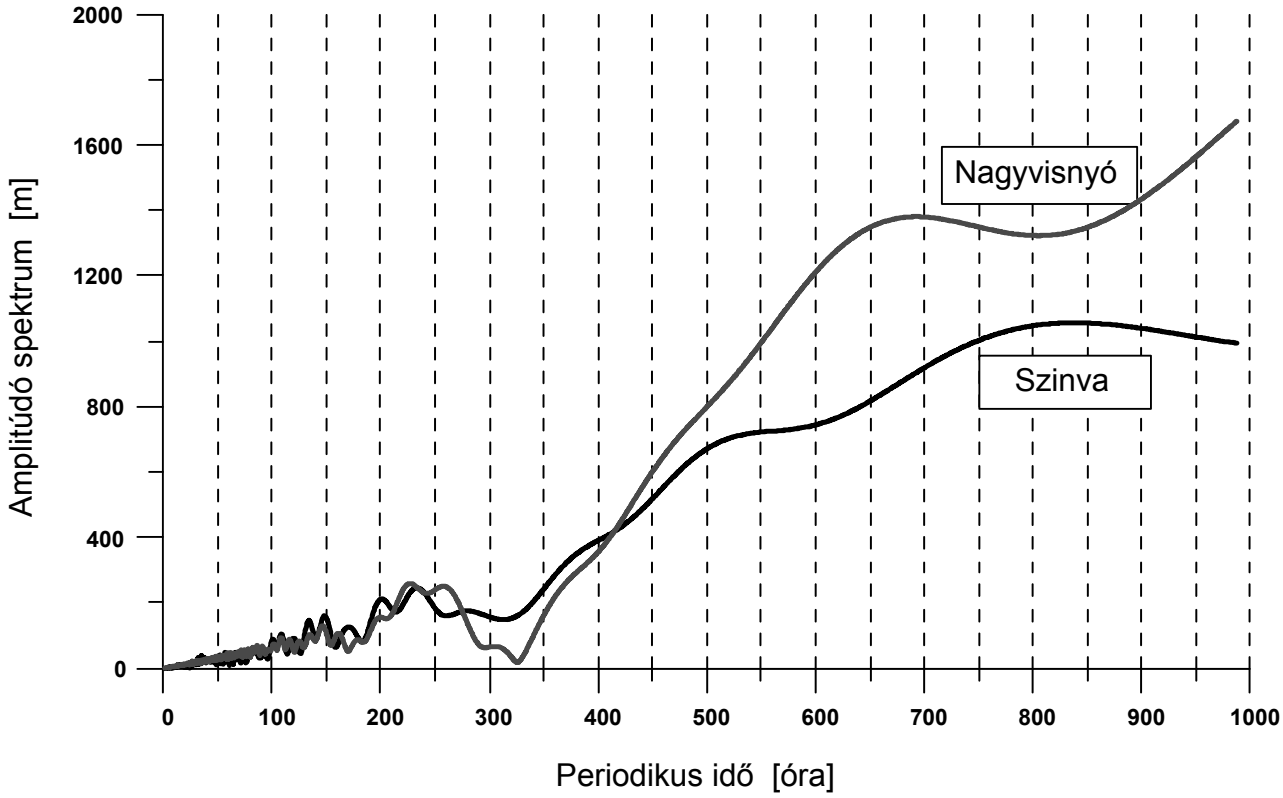
4.2 - 5. ábra. Összefüggés az időtartománybeli és a frekvencia tartománybeli jelek között a diszkrét Fourier transzformáció alkalmazása esetében

A DFT módszer gyakorlati alkalmazhatóságát jól bizonyítja a következő példa. A DFT módszer alkalmazásával jól lehet vizsgálni vízszint adatok időbeli mérése alapján az adott hidrodinamikai rendszer főbb sajátságait. A DFT alkalmazása segítséget jelenthet a különböző helyeken mért vízszint adatok közötti hidraulikai folytonosság mértékének meghatározására. Emellett a diszkrét Fourier transzformáció kiválóan alkalmas arra is, hogy megállapítsuk az eredeti jelben vagy idősorban szereplő fontosabb periodicitásokat.

A Bükkben több mérési helyből álló komplex monitoring rendszer üzemel a karsztvíz rendszer tulajdonságainak feltárása érdekében. A mért idősorokon a Diszkrét Fourier Transzformáció (DFT) alkalmazásával például könnyen bebizonyítottuk azt a fontos hidrodinamikai feltételezést, hogy a hideg karsztvizes rendszer a Bükk egy jelentős területén egységes hidraulikai viselkedést mutat (lásd 4.2.-7 ábra).



4.2 - 6. ábra. Összefüggés az időtartománybeli és a frekvencia tartománybeli jelek között a diszkrét Fourier transzformáció alkalmazása esetében



4.2 - 7. ábra. Egymástól távol eső bükki karsztvízszint idősorok frekvencia tartománybeli amplitúdó spektruma.

4.3. Geostatisztikai alapok

A környezeti és földtani adatok esetében nagyon fontos a térbeli korreláció szerepe és jelenléte. Megállapítható, hogy az egymás közelében mért adatok nagy valószínűséggel sokkal jobban hasonlítanak egymásra, mint a távolabbi adatok. A térbeli függésnek ezt a jellegét a hagyományos statisztikai módszerek nem tudják kezelni. Matheron professzor munkássága által az 1950-es

években elindított geostatisztika módszereknek tehát pontosan az a legfőbb tulajdonságuk, hogy kezelni tudják az adatok térbeliségét, és az ebből adódó összefüggéseket és korrelációs kapcsolatokat.
A geostatisztikában a térbeli változékonyságot leíró függvények közül leginkább az empirikus félvariogram használata terjedt el. E geostatisztikai alapfüggvény definíciója az alábbi módon adható meg.

$$\gamma(h) = \frac{1}{2 \cdot n(h)} \cdot \sum_{i=1}^{n(h)} \left[Z(X_i) - Z(X_{i+h}) \right]^2 \text{, ahol}$$

n(h) az egymástól h távolságra lévő $Z(X_i)$ és $Z(X_{i+h})$ értékpárok száma. A számított empirikus félvariogramnak számos sajátossága lehet. A folytonosság a $\gamma(h)$ függvény növekedésének mértékéből látható. Bizonyos típusú adatok esetében a növekedés igen lassú. A függvény az origóból indul. Bizonyos adatok esetében (például amikor a térbeli szennyeződés található egy tiszta anyakőzetben) kis távolságokon belül gyors változás következhet be. Ilyen esetekben a $\gamma(h)$ függvény nem az origóból indul, hanem egy röghatásnak nevezett $C_0>0$ értékről indul, majd emelkedő tendenciát mutat. A folytonosság teljes megszűnéséről beszélünk, ha a félvariogramnak nincs határozott felszálló ága, hanem a tapasztalati félvariogram pontjai egy a h tengellyel párhuzamos egyenes környezetében helyezkednek el.
A fentebb írtaknak megfelelően röghatásnak nevezzük a félvariogram $\gamma(h)$ tengelymetszetét. Hatástávolság alatt azt a távolságot értjük, amelyen belül a minta még hatást gyakorol a környezetére. Ezen távolságon túl a minták gyakorlatilag függetlenek egymástól. A minták környezetre gyakorolt hatása a távolság növekedésével az autokovariancia függvény tendenciáját követve csökken. A félvariogram esetében a hatástávolságot (H) annak a pontnak az abszcisszája jelent, amelynél a függvény értéke állandósul. A vizsgált paraméter izotrópiája (irányfüggetlensége) vagy anizotrópiája a különböző irányokban számított félvariogramok összehasonlítása alapján látható. Ha a félvariogram felszálló ágai az eltérő irányokban különböző meredekséget mutatnak és a hatástávolság is irányonként változó, akkor a vizsgált paraméter anizotróp jellegű (lásd 4.3 - 1. ábra). Izotróp paraméternél a hatásterület körrel, míg anizotrópnál ellipszissel közelíthetjük.

Az empirikus félvariogramokat különböző típusú elméleti függvényekkel közelíthetjük. Az egyik ilyen gyakran használt közelítés az alábbi ún. szférikus modell.

$$\gamma(h) = C \cdot \left[1.5 \cdot \frac{h}{H} - 0.5 \cdot \left(\frac{h}{H} \right)^3 \right], \text{ ha } 0 \le h \le H$$

$\gamma(h) = C$, ha h>H

A félvariogram szerkesztés elsődleges célja a „h” távolságtól függő kovarianciák meghatározása a következő módon:

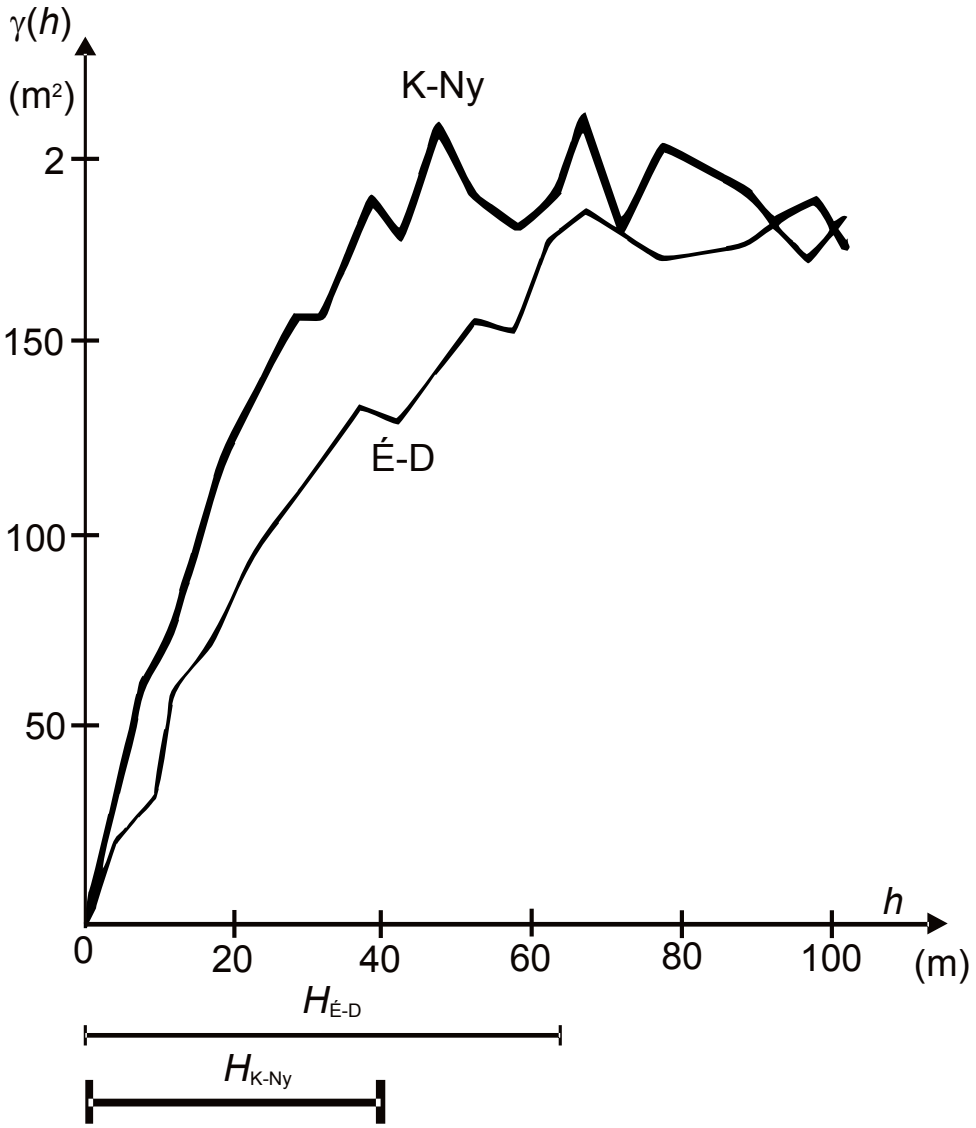
$$COV\left[Z(x_i),Z(x_{i+h})\right] = VAR\left[Z(x_i)\right] - \gamma(h).$$

Mivel az adatok közötti korreláció csak bizonyos H távolságig áll fenn, azon túl a kovariancia értéke zérus értéket vesz fel. A félvariogram használatával a fenti kifejezés az alábbi módon egyszerűsödik.

$$COV\left[Z(x_i),Z(x_{i+h})\right] = \gamma(H) - \gamma(h)$$

A szférikus modell kifejezését figyelembe véve a geostatisztikai számításoknál nagyon széleskörűen alkalmazott kovariancia értéke nagyon egyszerűen meghatározható a félvariogramból (lásd 4.3 - 2 ábra jelöléseit).

$$COV\left[Z(x_i),Z(x_{i+h})\right] = C - \gamma(h)$$

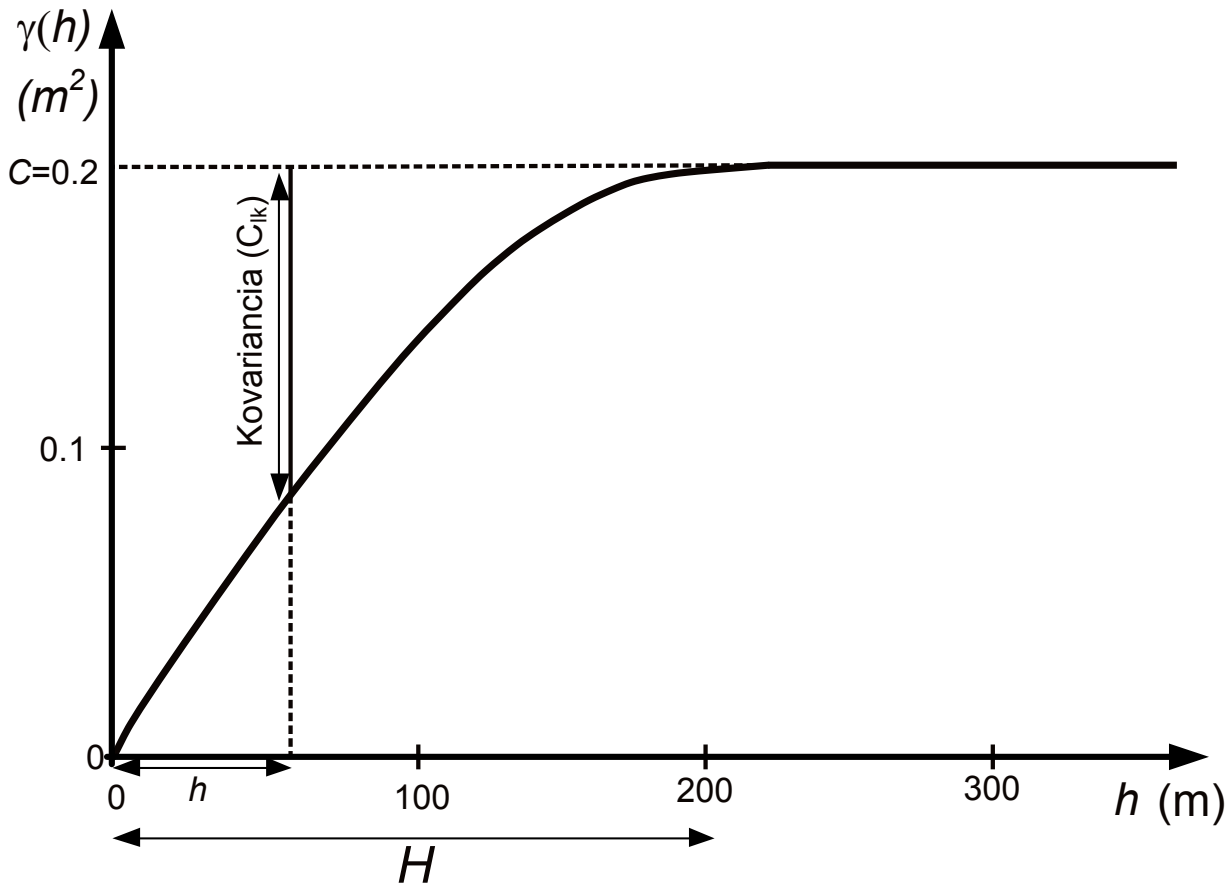


4.3 - 1. ábra. A félvariogram irányfüggése anizotróp környezeti paraméter esetében.

A krigelés

Be nem mért térrészek jellemzőinek meghatározására az egyik széleskörűen alkalmazott geostatisztikai becslés a krigelés. A krigelés alapgondolata egyszerűen összefoglalható: a kérdéses pontbeli érték az ismert adatok súlyozott átlagaként számítandó, mégpedig olyan súlyokkal, hogy az eredménynek minimális legyen a szórása. A súlyokról kikötjük, hogy összegük 1 legyen. Egy be nem mért P_0 pontbeli $Z(P_0)$ értéket n darab közeli P_i pont $Z(P_i)$ értékének súlyozott átlagaként akarjuk megbecsülni:

$$Z(P_0) \approx \sum_{i=1}^{n} s_i \cdot Z(P_i), \text{ ahol } \sum_{i=1}^{n} s_i = 1.$$



4.3 - 2. ábra. A kovariancia meghatározása félvariogram segítségével.

E becslés szórásnégyzetének (varianciájának, VAR) a minimumát megkövetelve határozzuk meg az s_i súlyokat. A minimum feltétel a következő.

$$VAR\left[Z(P_0) - \sum_{i=1}^{n} s_i \cdot Z(P_i) \right] = \min.$$

E minimum feltétel egy n+1 ismeretlenes egyenletrendszerre vezet, amelyben nagy szerepet kapnak a bemért pontok közötti kovarianciák.

$$c_{ij} = COV(Z(P_i), Z(P_j))$$

E kovariancia értékek nagyon könnyen számíthatók a fentebb leírt módon a mért adatok alapján előálló félvariogramból. Az n darab súly érték mellett még egy ún. Lagrange-multiplikátor (λ) is ismeretlenként fog szerepelni az n+1 sorú egyenletrendszerben, amely az alábbiak szerint foglalható össze.

$$c_{11} \cdot s_1 + c_{12} \cdot s_2 + ... + c_{1n} \cdot s_n + \lambda = c_{01}$$
$$c_{21} \cdot s_1 + c_{22} \cdot s_2 + ... + c_{2n} \cdot s_n + \lambda = c_{02}$$
$$...$$
$$...$$
$$c_{n1} \cdot s_1 + c_{n2} \cdot s_2 + ... + c_{nn} \cdot s_n + \lambda = c_{0n}$$
$$s_1 + s_2 + ... + s_n = 1$$

Az egyenletrendszer K mátrixát Krige-mátrixnak szokás nevezni:

$$K = \begin{bmatrix} c_{11} c_{12} ... c_{1n} 1 \\ c_{21} c_{22} ... c_{2n} 1 \\ ... \\ ... \\ c_{n1} c_{n2} ... c_{nn} 1 \\ 11 ..... 10 \end{bmatrix}.$$

Bevezetve az S_0 és C oszlopvektorokat a következők szerint:

$$S_0 = \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ . \\ . \\ s_n \\ \lambda \end{bmatrix} \text{ és } C_0 = \begin{bmatrix} c_{01} \\ c_{02} \\ . \\ . \\ c_{0n} \\ \lambda \end{bmatrix}.$$

Ezek után az ismeretlen s_i súlyokat és a Lagrange-multiplikátort is tartalmazó S_0 oszlopvektor könnyen számítható.

$$S_0 = K^{-1} \cdot C_0$$

Mint korábban említettük, a K és a C_0 mátrixban szereplő kovariancia értékek könnyen számíthatók a vizsgált területre érvényes félvariogram alapján. A leginkább számításigényes művelet a K mátrix inverziója lehet, amely azonban a számítástechnika jelenlegi szintjén még egészen nagy n elemszám esetében is csak nagyon rövid időt igényel. A krigeléssel kapott érték hibája könnyen becsülhető, hiszen éppen a becslés hibájának minimalizálása, mint alapkövetelmény a krigelés kiindulópontja. A krigelés valódi hibáját persze csak a számított és a valódi mért értékek különbsége alapján adhatjuk meg.

4.4. Kockázatelemzés

A **kockázat** fogalmát valamely nemkívánatos esemény bekövetkezésének és hatásának valószínűségeként definiáljuk. A nemkívánatos esemény lehet műszaki tönkremenetel, rendszer meghibásodás, egészségkárosodás, emberi élet, környezet vagy érték veszélyeztetése. Általánosságban a kockázat értékét megadhatjuk valamely nemkívánatos esemény bekövetkezési valószínűségének és a következmény súlyosságának szorzataként.

$$R = P \cdot S$$

R – kockázat becsült értéke
P – a vizsgált nemkívánatos esemény bekövetkezési valószínűsége
S – a nemkívánatos esemény súlyossága

A kockázat becslése a gazdasági, mérnöki, orvosi tevékenységek széles skáláján jellemző vizsgálat. A kockázatbecslés fogalmát a környezetvédelem területén környezeti, vagy humán egészségkockázat meghatározásakor használjuk, úgy hogy azt az emberi egészséget károsító hatás (expozíció) bekövetkezési valószínűsége és kvantitatív módon megadott következménye szorzataként adjuk meg.

A **kockázatfelmérés** módszertanát számos szerző ismerteti, valamelyest eltérő kockázatbecslő eljárásokat határozva meg [NRC, 1982; USEPA, 1984;]. Általánosan a kockázatfelmérés valamely veszélyes körülményhez vagy eseményhez köthető expozíciót és/vagy tönkremenetelt befolyásoló kockázati tényezők becslésére alkalmazott szisztematikus eljárás.

Az eljárást – szennyezett földtani környezet vizsgálatára alkalmazva - szennyező anyagok környezetbe való kijutásából eredő expozíciós szcenáriókhoz kapcsolódó kockázati tényezők

becsléseként definiáljuk. A szennyezett területek vizsgálatakor alkalmazott kockázatfelmérés egy szisztematikus, szabványosított eljárás, amely során vizsgált forrásból származó expozíció minden lehetséges egészségkárosító hatásának következményét, gyakoriságát becsüljük, feltüntetve a becslés bizonytalanságát is.

Ha a kockázatfelmérés végpontjában ember áll, az expozíció emberre kifejtett kockázatát becsüljük és **humán-egészségügyi kockázatfelmérésről**, ha vizsgálatunk célja az ökoszisztémára vagy annak valamely fajára ható kockázat becslése, akkor **ökológiai kockázatfelmérésről** beszélünk.

Mint azt később részletesen kifejtjük, a kockázatfelmérés egy hatékony eszköz eltérő típusú, például eltérő környezeti közeg útján ható, vagy különböző vegyületek által okozott környezeti ártalmak pragmatikus vizsgálatára és összehasonlítására. Az eljárás legfőbb jellemzői a szükségszerű bizonytalanságok és a multidiszciplinaritás, ami a feladatot végző csoport összetételében is megjelenik.

A kockázatfelmérés számos területen alkalmazott eljárás, kisebb-nagyobb módszertani eltérésekkel a feladat céljának megfelelően. A mérnöki létesítmények, rendszerek kockázatfelmérése elsősorban a rendszerben bekövetkező meghibásodások forrásait, azok valószínűségét és következményét elemzi. Az ilyen típusú - elsősorban az iparban használatos -eljárást nevezzük **létesítmény központú kockázatfelmérésnek**, melynek kidolgozásában úttörő szerepet a nukleáris ipar szakemberei játszottak. Azokat az eljárásokat, amelyek valamilyen esemény (pl. baleset), munkahelyi vagy környezeti expozíció emberre gyakorolt káros hatásait vizsgálják, **emberközpontú kockázatfelmérésnek** is nevezik. Ide tartoznak a munkahelyi baleseteket, veszélyes anyagok transzportját és egészségkárosító expozíciókat elemző kockázatbecslő eljárások, vagy a szennyezett területek egészségkárosító hatásának vizsgálata is. A két eljárás számos esetben egymásra épül vagy egymást kiegészíti, de a megválaszolandó kérdés más-más jellegű.
Az egészségkárosító hatásokat széles körben értelmezve az **4.4 - 1. táblázat** szerinti csoportokba oszthatjuk. Nyilvánvaló, hogy a felsorolt változatos környezeti ártalmak mindegyike nem vizsgálható azonos módszerekkel, mégis egy-egy probléma vizsgálatakor egyre inkább előtérbe kerül az átfogó szemléletű, széleskörű kockázatfelmérés alkalmazása. Az elszennyezett és felhagyott iparterületek fejlesztési és újrahasznosítási terveihez (ún. brownfield vagy barna mező koncepció) készítendő kockázatfelmérések gyakran a környezetszennyezés okozta kockázatok számbavétele mellett a társadalmi hatások (pl. munkanélküliség, bűnözés, stb.) kockázatait, és gazdasági szempontokat is figyelembe veszik és mérlegelik a döntéshozatalkor.

A fenti hatások közül a szennyezett területek esetében leggyakrabban a kémiai kémiai expozícióval kell foglalkoznunk.

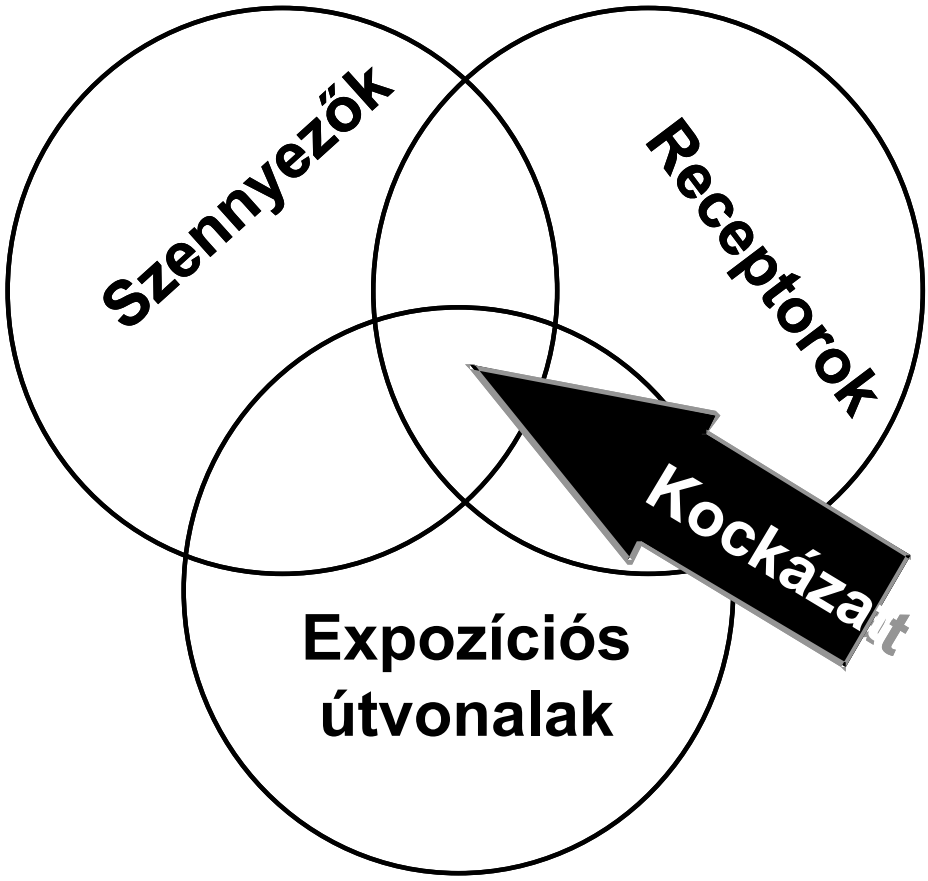
A kockázat fogalma nem azonos az általánosan használt **veszély** fogalmával. Veszélynek nevezünk minden olyan helyzetet, cselekvést vagy jelenséget, ami nemkívánatos következmény(eke)t hordoz

magában. A veszély nem minden esetben jelenik meg kockázatként, a kockázatos események viszont mindig valamilyen veszélyforrás eredményei.

4.4 – 1. táblázat Környezeti ártalmak csoportosítása és jellemző előfordulásuk típusa

Veszélyforrás	Leggyakoribb típusai
Kémiai hatások	Gázok, gőzök, ásványi anyagok, fémek, savak, lúgok, oldószerek, szénhidrogének, stb.
Biológiai hatások	Vírusok, baktériumok, gombák, állati termékek, növényi szövetek, nedvek, olajok, pollen, stb.
Fizikai hatások	Zaj, hőmérséklet, nyomás, mágneses mező, mikro-hullámú sugárzás, infravörös-látható- ultraviola sugárzás, lézer sugár, radioaktív sugárzás, stb.
Ergonómiai hatás	Testtartás, tehermozgatás, zárt térben tartózkodás, mozgástér, megvilágítás, stb.
Társadalmi, szociális és pszichológiai hatás	Stressz, félelem, szorongás, hajszoltság, stb.

A környezeti kockázat definíció szerinti értelmezéséhez az **4.4 - 1. ábrán** vázolt három tényező: a szennyező, az expozíciós útvonal és a receptorok térbeli és időbeli egybeesése szükséges. Bármelyik hiánya esetében a kockázat fogalma nincs értelmezve.



4.4 - 1. ábra: A kockázat fogalmának három szükséges összetevője [Health Canada, 1993]

Nem beszélhetünk kockázatról abban az esetben például, ha egy ipari tevékenység következtében bekövetkezett talajvízszennyezés nem juthat el olyan közösségekig (receptor), akik a talajvizet felhasználnák. Amíg receptor nem azonosítható, az adott esetben kockázattal nem számolunk, bár a veszély létezik. Az ilyen **látens kockázati helyzetek** nem elhanyagolhatók, mivel a peremfeltételek változásával reális kockázati helyzetek kialakulásához vezethetnek. Hasonló módon nem jelent kockázatot adott szennyező forrás a közvetlen környezetében élő település lakói számára, ha nem létezik olyan expozíciós útvonal, amely a szennyező anyagot továbbítaná. Látjuk tehát, hogy bár egyik említett példa sem kívánatos állapotot tükröz és mindkét esetben reális veszélyforrással van dolgunk, de azok nem jelentenek humán kockázatot mindaddig, amíg az említett feltételek teljesülnek.

4.4.1 A kockázatfelmérés célja

A kockázatfelmérés eljárásának hagyományos alkalmazási módja a **prediktív** (előretekintő) **kockázatfelmérés**, ami egy jól definiált jelenség vagy esemény várható nemkívánatos következményeivel foglalkozik. Emellett egyre nagyobb arányban kapnak teret a korábban bekövetkezett kockázatos események (pl. talajszennyezés) meglévő hatásának vizsgálatai, amikor a múltban bekövetkezett szennyezések lejátszódott vagy jelenleg is folyamatban lévő ártalmait számszerűsítjük. Az ilyen típusú kockázatfelmérés a **retrospektív** (visszatekintő) **kockázatfelmérések** körébe tartozik. A retrospektív kockázatfelmérés elvégzését indokolttá teheti korábban nem ismert szennyező forrás feltárása, ún. **öröklött környezetszennyezések** (veszélyes hulladéklerakók, felhagyott raktárak, vegyi üzemek feltárása), valamilyen káros hatás észlelése (halpusztulás, betegségek ugrásszerű megjelenése), vagy bizonyított expozíció (pl. mérgezés). A kockázatfelmérés alkalmazásával mindegyik esetben az a célunk, hogy a rendelkezésre álló legmegbízhatóbb adatok és korszerű ismeretek felhasználásával olyan intézkedéseket foganatosíthassunk, ami a környezet- és az egészség megfelelő szintű védelmet biztosítja. Megállapítható, hogy napjainkra a kockázatfelmérés a legdinamikusabban fejlődő eszközzé vált a szennyezett területek kármentesítési stratégiájának előkészítésére és értékelésére.

A szennyezett területek kapcsán a kockázatfelmérés lehetséges célkitűzései az alábbiak lehetnek:

- Szennyezett területek rangsorolása (prioritási lista összeállítása)
- Meglévő szennyezésekből származó kockázatok becslése
- Kármentesítési célérték meghatározása
- Beruházások potenciális környezeti hatásainak kockázat típusú megadása
- Kármentesítési technológia kiválasztásának támogatása
- Kármentesítés hatékonyságának meghatározása
- Szennyezett területnek tulajdonított egészségkárosodás igazolása/cáfolása

A **kockázatfelmérés** sosem öncélú vizsgálat, annak megállapításai mindig a kockázatkezelő döntéshozók számára biztosítanak szükséges információkat. A **kockázatkezelés** az egészséget vagy ökoszisztémát veszélyeztető kockázatok csökkentését szolgáló intézkedések azonosításának, értékelésének, kiválasztásának és kivitelezésének folyamata. Célja, hogy megalapozott, költséghatékony és koherens intézkedésekkel csökkentse a kockázatot, miközben esetenként társadalmi, etikai, politikai és jogi szempontokat is mérlegel.

A kockázatkezelés hat lépésből áll:

1. A probléma megfogalmazása és környezetbe illesztése
2. A vizsgált kockázat becslése
3. A kockázatok kezelését célzó alternatívák értékelése
4. Az alkalmazni kívánt alternatíva kiválasztása
5. Döntés végrehajtás
6. A beavatkozás eredményességének értékelése

A kockázatbecslő eljárás a kockázatkezelés folyamatához az alábbi területeken tud hozzájárulni:

- Valós és feltételezett veszélyek azonosítása és rangsorolása
- Minden ismert és feltételezett jövőbeli expozíciós szcenárió következetes vizsgálata
- Az összes veszélyhelyzethez és expozíciós szcenárióhoz tartozó kockázat kvalitatív és/vagy kvantitatív megadása
- A kritikus terjedési útvonalakat, expozíciós szcnenáriókat és az összkockázatot jelentősen befolyásoló tényezők számbavétele
- Költséghatékony kármentesítési alternatívák támogatása
- A kármentesítő beavatkozáshoz kapcsolódó bizonytalanságok forrásainak megadása

A kockázatelemző és kezelő folyamatnak nagyon fontos része a folyamatos **kommunikáció** a szakemberek, döntéshozók, a közvélemény és minden érintett fél között.

Rövid történeti áttekintés

A modern környezeti kockázatfelmérés előzményeinek megértéséhez vissza kell utalnunk a kockázat definíciójára ($R=P \cdot S$). Az egészségügyi kockázat fogalmának két nyilvánvaló pillére a **matematikai valószínűségelmélet**, és az emberi (élő szervezetek) egészséget károsító környezeti hatásokkal foglalkozó tudományág, mai nevén **toxikológia**. E két tudományág fejlődése előfeltétele volt a kockázatfelmérés módszertani alapjainak lefektetéséhez. Mindkét szakterület viszonylag fiatalnak mondható a modern tudományok között, fejlődésük az elmúlt évszázadban is igen dinamikus volt.

A valószínűségelmélet kvantitatív koncepciója nem volt ismert Pascal kora előtt, aki 1567-ben publikálta valószínűségelméletét. Pascal, Cramer, Bernoulli munkássága után Laplace volt az, aki a

kvantitatív kockázatfelmérés valódi prototípusát ismertette 1792-ben, amikor a halálozás valószínűségét vizsgálta himlő védőoltás esetében és anélkül. Dinamikus növekedésnek a matematika ezen ága csak a XVIII-XIX. században indult, feltehetően bizonyos gazdasági igények és azokhoz kapcsolódó biztosítási ügyletek következtében. Halley volt az, aki elsőnek közölt várható élettartamra vonatkozó adattáblázatot, és munkája az életbiztosítások elméleti hátterének egyik alappillérévé vált.

A környezeti hatások és egészségkárosodás kapcsolatára utaló megfigyelések időszámításunk előttre nyúlnak vissza. Az időszámítás előtti V. században ismert volt már pl. a mocsaras területek és a maláriás megbetegedések közötti kapcsolat, bár a konkrét ok-okozati összefüggést (szúnyog által terjesztett fertőzés) még nem ismerték. A zsidó nép ószövetségi törvényei számos közegészségügyi és higiénés vonatkozású rendelkezést tartalmaztak, és közismert a görögök és rómaiak ilyen irányú tájékozottsága is. A római kultúra hanyatlását követően ezeknek az ismereteknek jelentős része évszázadokon át "pihent" valódi alkalmazások nélkül. Látványos fejlődés csak később, a XVI-XVII. században történt. Agricola a XVI. században egyebek mellett a bányászati és kohászati tevékenységek egészségkárosító hatására hívta fel a figyelmet. 1661-ben Evelyn írta le a Londonban mindennapossá vált szmog és a légzőszervrendszeri megbetegedések közötti kapcsolatot. 1700-ban Rammazzini megállapította, hogy az apácák körében az emlőrák kialakulásának aránya magasabb az átlagosnál, 1855-ben Snow és Dubreuilh a vízvezetékrendszer fertőzéséhez kapcsolta a kolerajárvány kialakulását, 1887-ben Hutchinson felismerte az arzén rákkeltő hatását. Az 1800-as évek végén Unna ismerte fel, hogy a napsugárzás rákos bőrbetegségeket okoz. A példák száma ellenére a valódi fejlődés a történelem során igen lassú volt, sőt a XV. századig nem is volt számottevő fejlődés. A mai toxikológia tudományának gyermekkorát jelzi Pasteur munkássága, aki a XIX. század végén határozta meg a fertőzés fogalmát, azaz, hogy a környezetben jelenlévő mikroorganizmusok felelősek fertőző betegségek kialakulásáért.

Az 1930-as évekre veszélyes anyagok munkahelyi expozíciója következtében kialakuló egészségkárosodások típusai is kezdtek ismertté válni. A 60-as évekre a figyelem a radioaktív sugárzás és a rákkeltő vegyületek felé terelődött, és ez utóbbi új megközelítést hozott a toxikológiai hatásmechanizmusok értelmezésében (lásd később). A toxikológia dinamikus fejlődése miatt a kockázatfelmérés módszertana is folyamatos változásokon ment át. Az eljárás kifejlődésével munkájukban részletesen foglalkozik Eremenko (2000), valamint Covello és Mumpower, (1985).

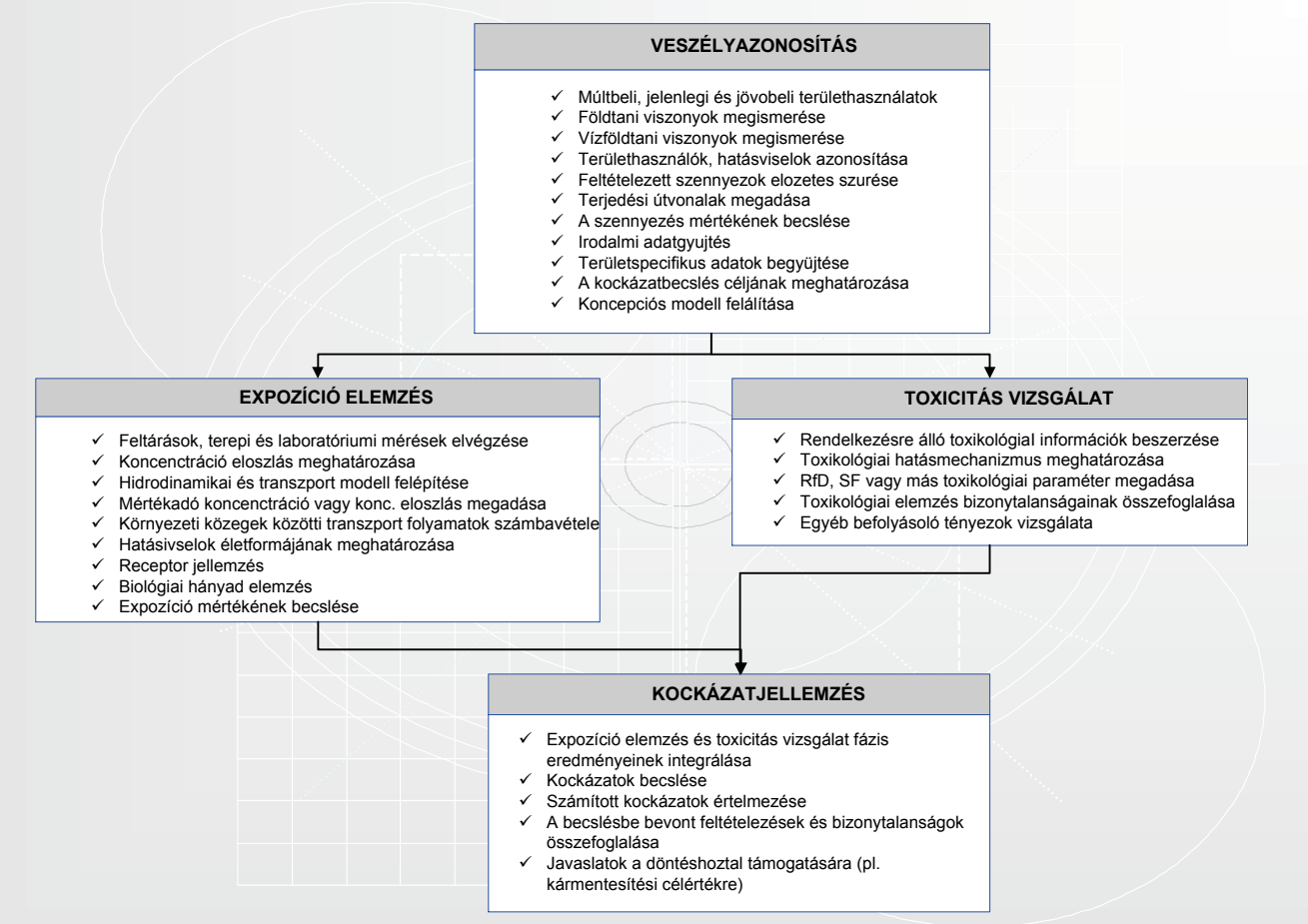
A környezet-egészségtan fejlődését nem csak a tudományos eredmények vitték előre. A történelmi visszatekintéskor említést kell tenni azokról az ipari és környezeti katasztrófákról, amelyek tragikus kimenetelükkel mind hozzájárultak a kockázat alapú döntéshozatal fejlődéséhez: Flixborough (Anglia, 1974), Love Canal (USA, 1975), Seveso (Olaszország, 1978), Three Mile Island (USA, 1979), Bhopal (India, 1984), Csernobil (Ukrajna, 1985).

A kockázatfelmérés módszertanának rövid bemutatása

A kockázatfelmérés területén igazi áttörést az amerikai National Research Council (NRC) által 1983-ban publikált módszertani irányelv hozott, ami minden mai eljárás alapja is. Az eljárás négy egymásra épülő eleme **(4.4.1 - 1. ábra)**:

- Veszélyazonosítás
- Expozíció elemzés
- Toxikológiai (dózis-hatás) elemzés
- Kockázatjellemzés

Az Egyesült Államok legfőbb környezetvédelmi szerve (USEPA) hamar reagált az 1983-as ajánlásra és 1986-ban elfogadott egy, a karcinogén vegyületek kockázatfelmérésére vonatkozó szabályozást. Ezután sorra jelentek meg a különböző kockázatelemző ajánlások az élelmiszeripar, ipari hulladékok, ivóvíz hálózatok kérdéseit illetően.



4.4.1 - 1. ábra: A kockázatfelmérés eljárás lépései és azok fő feladata

Hatásában legjelentősebb ezek között a veszélyes hulladéklerakók felszámolására irányuló CERCLA vagy „Superfund” program volt, amelyben a humán-egészségügyi kockázatfelmérés szerepe kiemelkedő volt mind az Amerika szerte feltárt szennyezett területek prioritási listájának összeállításában, mind a kármentesítési határértékek megállapítása során.

1983-óta a módszerek finomítása és a legújabb tudományos eredmények bevonása révén folyamatos módosítások teszik a kockázatelemző eljárásokat egyre megalapozottabbá és hitelesebbé. Napjainkban jelentős kutatások folynak többek között egyes karcinogén hatásmechanizmusok felülvizsgálata és a kémiai keverékek kockázatfelmérése területén.

A **kockázatfelmérés** fenti **alaplépései** minden módszertani leírásban gyakorlatilag azonosak. Az egyes részfeladatok jól meghatározott kérdésekre adnak választ:

Veszélyazonosítás: A szennyező anyag kémiai összetételének megismerése, a szennyezés kiterjedésének előzetes becslése, a szennyezett környezeti elemek meghatározása, feltételezett terjedési útvonalak és hatásviselők azonosítása. A vizsgálat célkijelölése és a munkahipotézis (koncepciós modell) felállítása.

Expozíció elemzés: A környezetbe jutott szennyezőanyag térbeli és időbeli koncentráció-eloszlását határozza meg, és expozíciós modellek segítségével megadja a kiválasztott hatásviselők dózisterhelését. Elvégzendő emellett a hatásviselő csoportok részletes elemzése, szenzitív receptorok számbavétele is.

Toxikológiai elemzés: A feltárt szennyező anyagról rendelkezésre álló toxikológiai információk begyűjtése, toxikus anyagok hatásmechanizmusának azonosítása, dózis-hatás kapcsolat megismerése és a jellemző toxikológiai paraméterek meghatározása.

Kockázat jellemzés: A megelőző két fázis eredményeinek integrálása és a becsült kockázat megadása. A kockázatfelmérés eredményének értelmezése és a bizonytalanságok megadása.
Veszélyazonosítás fázisa

A veszélyazonosítás fázis lényege a kockázatfelmérés céljának meghatározása, a környezeti probléma kellő szintű megismerése, mivel az a kockázatfelmérés további fázisainak eredményességét és a megoldáshoz szükséges feladatokat is meghatározza. A fázis közvetlenül kapcsolódik a terepi mérésekhez, és eligazítást ad a terület kellő megismeréséhez elengedhetetlen további feladatokról. Ha a kockázatelemző elég korai fázisban kapcsolódik be a terepi kutatásokba, úgy biztosítható, hogy az adatgyűjtés során nyert adatok kielégítsék a kockázatfelmérés minden egyes fázisának adatigényét.

A fázis a **munkahipotézis** vagy **koncepciós modell felállításával** zárul, ami áttekintést nyújt az egyes expozíciós szcenáriók elemeiről és azok logikai kapcsolatáról.

A koncepciós modell felállításához egyszerű **szűrési eljárásokat** használunk. A szűrés lényege a lehetséges szennyező források, receptorok és expozíciós útvonalak számbavétele. Ahhoz, hogy ezt kellő alapossággal végezzük, fontos, hogy a kockázatelemző a szennyezett terület feltárásában, annak korai szakaszától részt vegyen. Így érhető el az, hogy a kockázatfelmérés adatigényének megfelelő típusú és mennyiségű információ álljon rendelkezésre. Általában ebben a fázisban az alábbi típusú adatok beszerzése elengedhetetlen:

- Feltárt szennyezők beazonosítása
- Szennyező koncentráció a forrásban és a környezetben (környezeti elemenként)
- A forrás jellemzése, különös tekintettel annak kibocsátására vagy kibocsátási potenciáljára
- Fizikai és környezeti jellemzők, amelyek a szennyezőanyag terjedését, lebomlását befolyásolják

A szűrés előtt fontos meghatározni, hogy mi a vizsgálódásunk célja. Fontos átlátni, mekkora erőfeszítést igényel az elemzőtől a feladat elvégzése, ezért meg kell határozni, hogy mik az elemzés szükséges, kívánatos és elhagyható elemei.

A feladat összetettségét meghatározó tényezőket az **4.4.1 - 2. ábra** mutatja be.

A feladat nagysága és összetettsége az egyik fő tényező annak eldöntésében, hogy az elemzés során **determinisztikus** vagy **sztochasztikus eljárást** alkalmazunk. A hagyományos (determinisztikus) megközelítés során az elemzés input adatai pontszerű adatok, és annak eredménye is egy pontszerű kockázat érték lesz. Ebben az esetben nincs információnk arról az eloszlásfüggvényről, amelyre pontszerű értékünk a valóságban illeszkedne, és nem tudjuk, hogy a kapott érték a tényleges kockázat-eloszlás melyik pontját jelzi. A valószínűségi eljárás alkalmával eloszlásfüggvényként adunk meg egy vagy több inputváltozót (pl. koncentráció az ivóvízben), és Monte-Carlo eljárás alkalmazásával a kockázatok értékét is valószínűségi eloszlással adjuk meg, ami a szükséges intézkedések meghatározásához több információt hordoz, mint a determinisztikus eljárás. Összetett problémák vizsgálatakor indokolt a sztochasztikus megközelítés, illetve olyan esetekben, amikor a determinisztikus eredmény az elfogadható kockázat értékhez közeli eredményt adott, és az elemzés finomítása szükséges **(4.4.1 - 2. táblázat)**.

4.4.1 - 2. ábra: A kockázatfelmérés összetettségét meghatározó tényezők [Health Canada, 1993]

4.4.1 – 2. táblázat A determinisztikus/stochasztikus eljárás alkalmazásának kritériumai

Determinisztikus eljárás	Valószínűségi eljárás
kis léptékű a projekt	nagy léptékű a projekt
elenyésző a közvélemény szerepe	jelentős a közvélemény szerepe
elfogadható értéktől távoli kockázat-érték várható	elfogadható értékhez közeli kockázat-érték várható
viszonylag kis bizonytalanság	viszonylag nagy bizonytalanság
rutin alkalmazás	nem rutin alkalmazás
nagy számú szennyező/terjedési útvonal	kis számú szennyező/terjedési útvonal
első iterációs lépés, modell építés fázisa	modell pontosítás,
	bizonytalanság számszerűsítése is cél

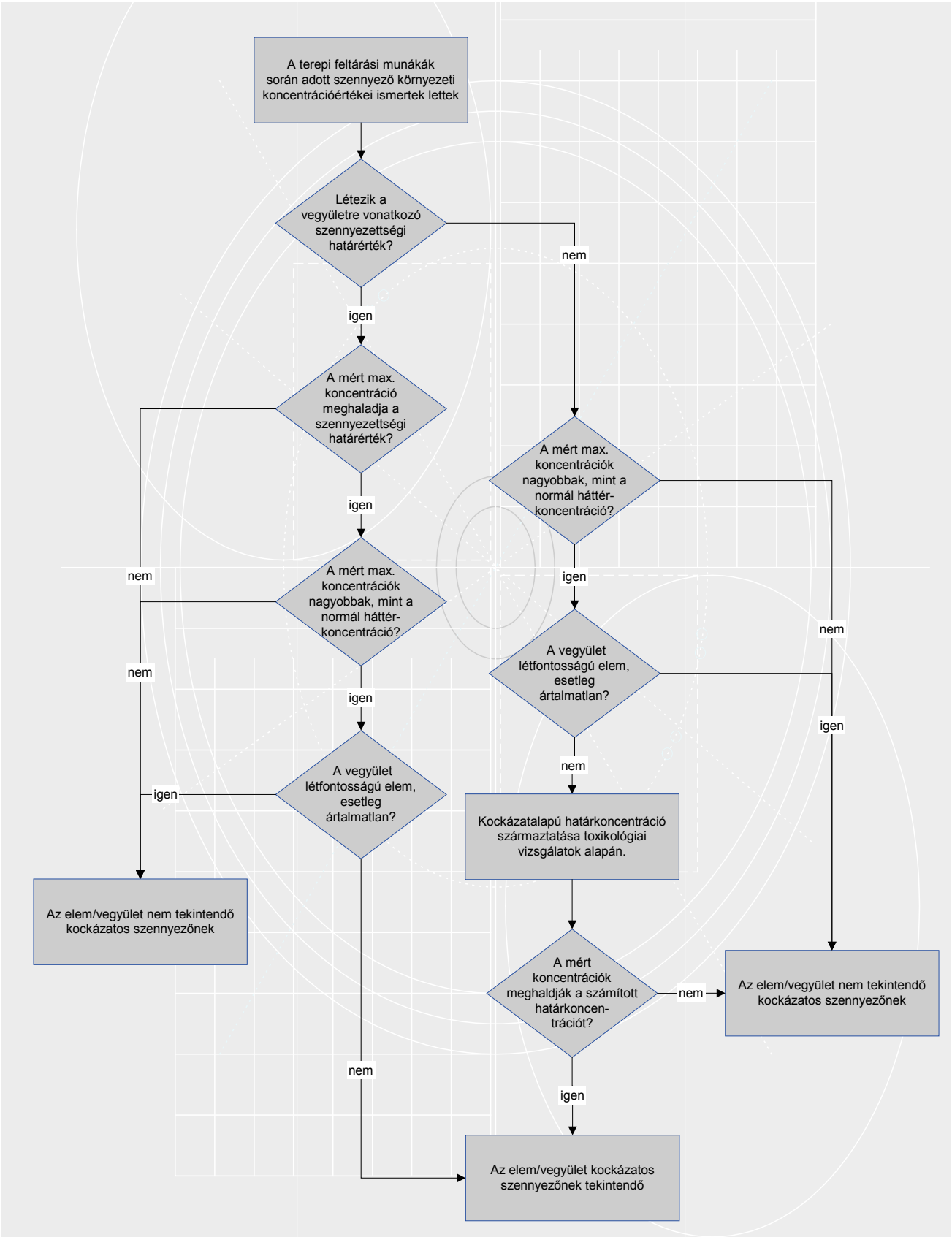
4.4.2 Szűrési eljárások

A szűrési eljárások ennek a fázisnak a leglényegesebb feladatai. Célunk, hogy valamilyen alapos, következetes és kellően konzervatív elgondolás alapján a további vizsgálatokból **kizárjunk** minden olyan szennyezőt, terjedési útvonalat és receptor csoportot, amik a vizsgált expozíciós szcenáriókban nem érintettek, és **megtartsuk** azokat, amelyekre feltehetően figyelmet kell szentelnünk a vizsgálataink során. Ezek a kiválasztott potenciális szennyezők, expozíciós útvonalak és receptor csoportok lesznek majd a **koncepciós modell alkotó elemei**.

A szennyező anyagok szűrésénél legkézenfekvőbb módszernek az látszik, ha az adott szennyező legmagasabb mért koncentrációját az adott közeg esetében általánosan alkalmazott szabvány határértékével vetjük össze. Magyarországon a szennyezett talaj és talajvíz esetében a **10/2000. (VI.2.) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendelet jól alkalmazható ilyen típusú határérték-rendszer,** legalábbis az abban tárgyalt szennyezők esetében.

Az **4.4.2 - 1. ábra** egy a **szennyezők szűrését** szolgáló eljárás folyamatábráját mutatja be. Az elgondolás lényege, hogy a mért koncentrációt összevetjük a hatályos határérték-rendszerrel. Abban az esetben, ha a szóban forgó szennyezőre határérték nem ismert, vagy a mért koncentrációk ezt meghaladják, további meggondolásokra van szükség. Meg kell ismernünk a terület természetes vagy más, antropogén forrásokból származó háttér-koncentrációját, és azt összevetjük a határértékkel. Amennyiben a háttérkoncentráció magasabb az előírt határértéknél és a vizsgált szennyező toxikus anyagnak minősül, úgy a vizsgált anyagot potenciális szennyezőnek kell tekintenünk, és a későbbi fázisokban részletes vizsgálat alá kell vetni. Határérték hiányában kockázat alapú határérték származtatható a rendelkezésre álló toxikológiai adatok alapján.

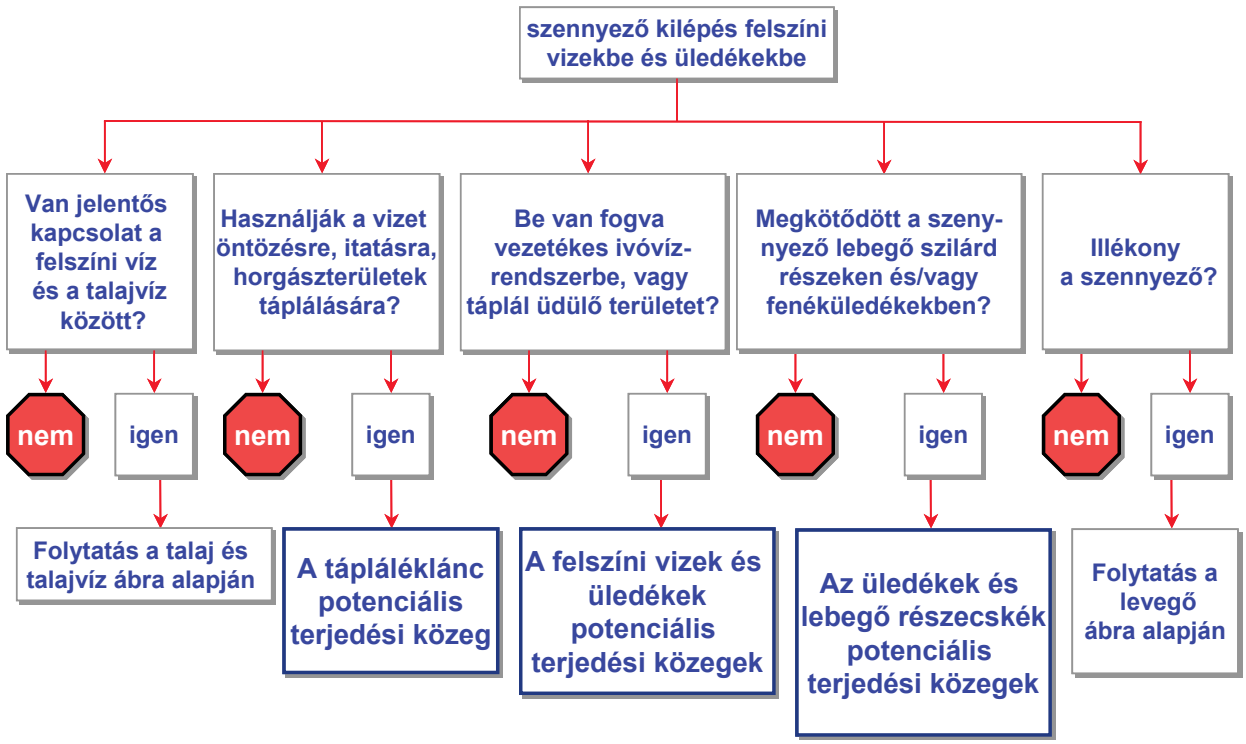
A **receptorok szűrése** alapján történik a szennyezésnek kitett közösségek listájának összeállítása. Az összeállításkor a területhasználatok típusai (lakókörnyezeti, rekreációs, munkahelyi, mezőgazdasági, ipari, stb.) és azok időbeni változása is számbaveendők, sőt - bizonyos retrospektív kockázatfelmérések esetében - a múltbeli területhasználat áttekintése is fontos lehet. A receptor-csoportok összeállításakor egyedi tulajdonságok (életkor, egészségügyi állapot, szokások, stb.) alapján egyes alcsoportok - pl. gyerekek, idősek, kismamák, betegek, stb. - külön figyelmet igényelnek. Fontos látnunk, hogy a vizsgálatnak ebben a kezdeti szakaszában nem indokolt az egyes kitett csoportok elemzése, hanem csak a potenciális receptorként való számbavétel/kizárás indoklása.



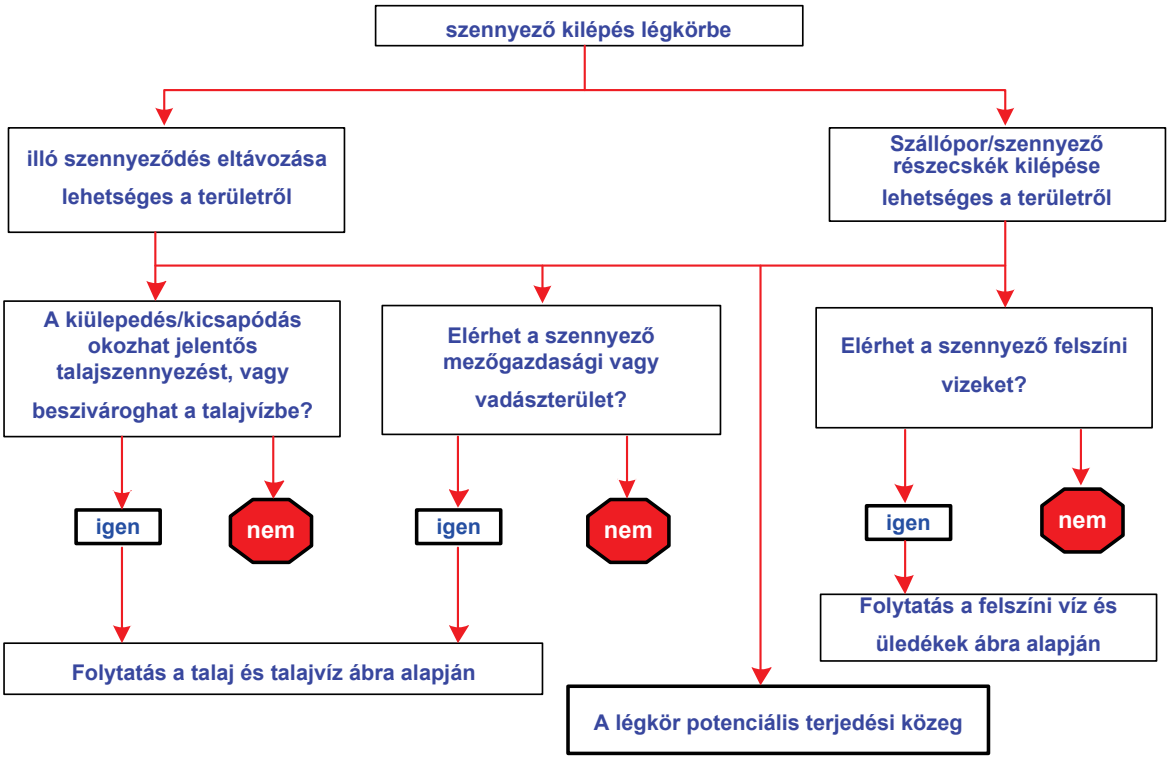
4.4.2 - 1. ábra: Szennyezők szűrésének logikai váza [Health Canada (1993) alapján átdolgozva]

Könnyen belátható, hogy a receptorok szűrése nem választható el az **expozíciós útvonalak szűrésétől,** mivel ez utóbbiak vezetnek el az érintett receptorokhoz. Ezért a két feladat egymással párhuzamosan végzendő. Az expozíciós utak szűrésekor a célunk, hogy számba vegyünk minden lehetséges expozíciós útvonalat, amely révén a vizsgált területről szennyező anyag a receptorokhoz eljuthat. Az expozíciós utak beazonosításához ismernünk kell a szennyező anyag kilépésének mechanizmusát(ait), a terjedés közegét(eit), a közegek kommunikációját és a receptor lehetséges bejutási kapuit. Az **4.4.2 – 2 - 4. ábrák** a lehetséges expozíciós útvonalak szűrésének logikáját mutatják felszíni vizekben, üledékekben, levegőben, talajban és talajvízben. Látható, hogy a szennyezőanyag viselkedésének függvényében a terjedési útvonalak egyik közegből a másikba átléphetnek (pl. felszíni vízből talajvízbe, légkörből talajba, stb.). Ilyen esetekben ez a koncepciós modell felépítésében is szükségszerűen megjelenik.

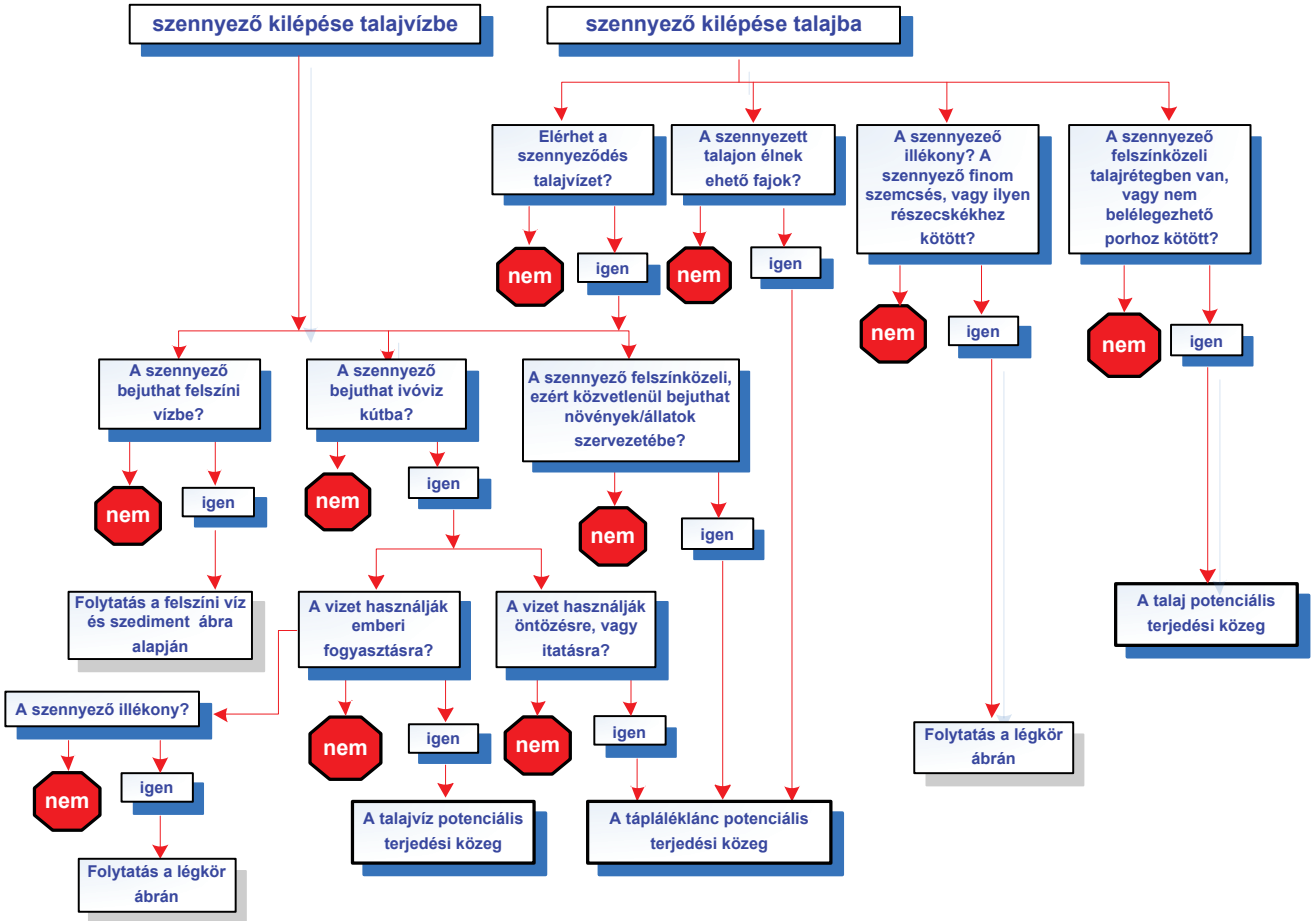
A szűrési eljárások eredményeként meghatározzuk azokat a szennyezőanyagokat, terjedési útvonalakat és receptorokat, amelyek az expozíciós szcenáriók és a koncepciós modell alkotóelemei lesznek.



4.4.2 - 2. ábra: Felszíni befogadók és mederüledékek vizsgálata terjedési útvonal meghatározása céljából [Health Canada, 1993]



4.4.2 - 3. ábra: A légkör, mint lehetséges expozíciós útvonal [Health Canada, 1993]



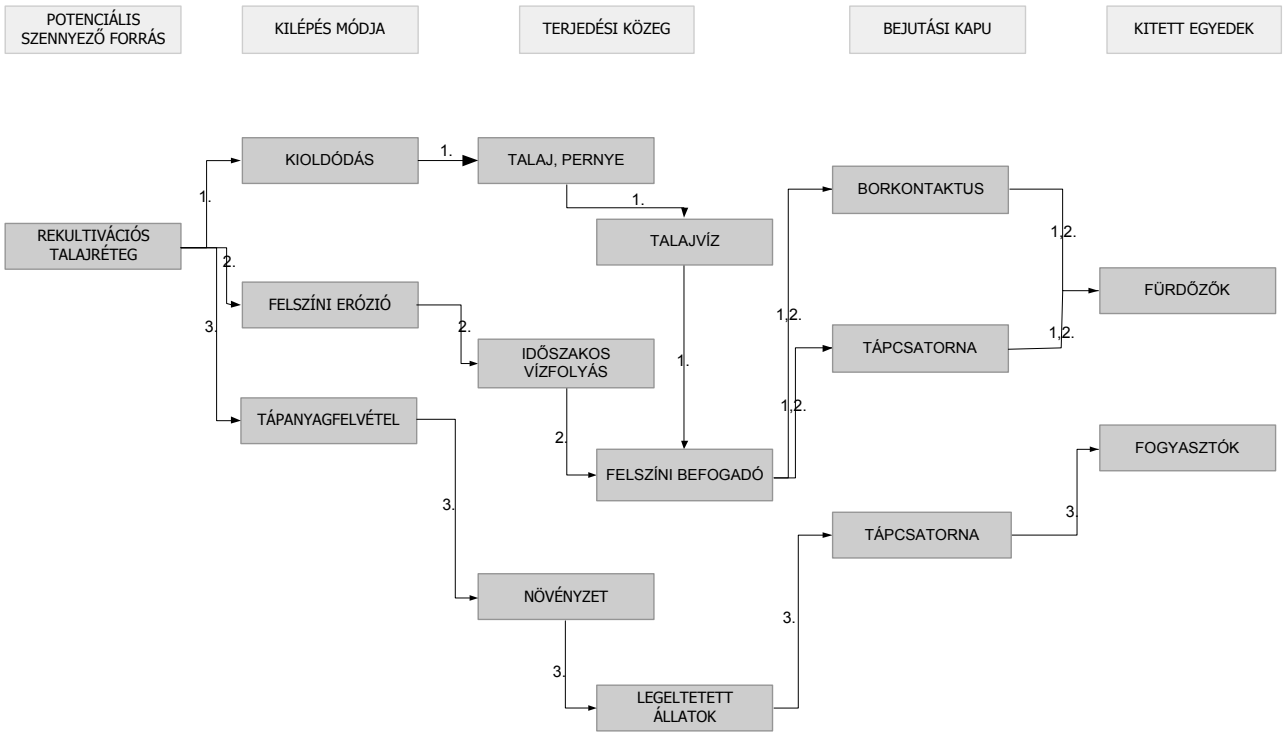
4.4.2 - 4. ábra: A talaj és felszín alatti víz, mint lehetséges expozíciós útvonal szűrése [Health Canada, 1993]

4.4.3 A koncepciós modell megalkotása

A koncepciós modell a kockázatelemző munkahipotézisének áttekintő, kvalitatív szemléltetése, amely az alábbi alkotóelemekből áll:

- Szennyező forrás
- Kilépés módja (kilépési mechanuzmus)
- Terjedési közeg
- Bejutási kapu
- Hatásviselők (receptorok, vagy kitett egyedek)

A modell lényege, hogy **minden egyes szennyező forrásra és szennyezőre** az elemző végigköveti a kémiai anyag lehetséges sorsát a forrástól a receptorig. Egy-egy ily módon vázolt különálló eseménysort nevezünk **expozíciós szcenáriónak** vagy **expozíciós forgatókönyvnek**.



4.4.3 - 1. ábra: Egy pernyehányó kiporzás elleni védelmére használt gyógyszergyári szennyvíziszap kockázatfelmérésének koncepciós modellje 1-3 jelű expozíciós forgatókönyvekkel

Az **4.4.3 – 1. ábra** egy pernyehányó felszíni takarásához használt anyag kockázatfelmérésének koncepciós modelljét mutatja. A kiporzás elleni fedőréteg gyógyszergyári iszapot tartalmazott, ami a pernyetározón keresztül a homokos vízadóba és a környező bányatóba szivároghatott. Emellett számottevő felszíni erózióval is számolni kellett, ami az időszakos felszíni vízfolyások útján juttathatott szennyezőanyagot a közeli rekreációs célra használt tóba. Nem lehetett kizárni azt sem,

hogy a szennyezőanyag a környéken legeltetett állatok útján a táplálékláncba is bejut ezért ezt a lehetőséget is feltüntettem harmadik lehetséges szcenárióként.

A kockázatfelmérés első fázisa tehát a koncepciós modell felállításával zárul, ami a vizsgálat további lépéseit egyértelműen meghatározza. A modell grafikus (esemény fa jellegű) ábrázolása mellett célszerű annak szöveges értelmezését is megadni.

4.4.4 Expozíció vizsgálat

Az expozíció elemzés a toxicitás vizsgálattal párhuzamosan végrehajtandó feladat. A kémiai expozíció kockázatfelmérésének leglényegesebb eleme (1) a receptorokhoz eljutó szennyező anyag minőségének és mennyiségének (bevitel vagy dózis) és (2) a szóban forgó vegyület toxikus potenciáljának elemzése. Ez előbbi becslésére **az expozíció elemzés**, az utóbbi megállapítására a toxicitás (dózis-hatás) elemzés lépés szolgál.

Az expozíció elemzés alapján adhatjuk meg az adott szennyezőnek különböző környezeti közegek útján a receptorokhoz eljutott mennyiségét, valamint a naponta felvett mennyiségét testtömegre vonatkoztatva.

Az expozíció elemzés legfontosabb feladata, hogy minden kiszűrt szennyezőre meghatározzuk a **koncentráció térbeli és időbeli eloszlását** az érintett környezeti közegekben. Ez a feladat minden kármentesítés során eltérő, és az alkalmazott eljárások eszköztára nagyban függ az elemzés céljától. Nyilvánvaló, hogy egy meglévő szennyezésnél a koncentráció időbeli változásának meghatározása módszerében eltér egy feltételezett havária okán végzett kockázatfelmérés expozíció elemzésétől, ezért más-más módszereket is kell alkalmaznunk. A koncentráció-eloszlás meghatározására alapvetően három módszer létezik:

- mérés
- szennyezés-terjedési modellezés
- biológiai expozíciós modellezés

Kockázatfelmérő munka során vegyületek koncentráció-eloszlását határozzuk meg a légkörben, felszíni és felszín alatti vizekben, üledékekben, talajban és élelmiszerekben. Szennyezett területek kármentesítésekor a területfeltárás közvetlen mérések végzése segítségével szolgáltat információt a szennyezés kiterjedéséről és a koncentráció megoszlásról. A talajból, talajvízből vett minták laboratóriumi elemzése, és azok térbeli szemléltetése az ún. „szennyezés lehatárolást”, a szennyezés feltárás időpontjában releváns szennyezés-eloszlást adja meg.

Általában igaz, hogy a **közvetlen mérések** útján szerzett szennyezettségi adatok biztosítják a legmegbízhatóbb alapadatokat az expozíció becsléshez. Látnunk kell viszont, hogy a mérések a

megbízhatósággal arányosan módon költségesek, illetve egyes esetekben mérések nem is kivitelezhetők.

Jövőbeli koncentráció-változások meghatározásakor az egyetlen megoldás a **szennyezés-terjedési modellezés** alkalmazása. Erre általában akkor van szükség, ha hosszú távú kockázati tendenciákat kell vizsgálnunk már megtörtént vagy jövőbeli potenciális környezetszennyezés kapcsán. Ilyenkor meglévő adatokból és feltételezésekből kiindulva modellezhetjük a szennyezőanyagok terjedését a légkörben, felszín alatti vagy felszíni vizekben. Nyilvánvaló, hogy az ily módon számított koncentráció-eloszlások bizonytalansága a modellezett időszak időtartamával arányosan nő, ami a kockázatfelmérések megbízhatóságát is terheli, mivel a szennyezés-terjedési modellekből kapott koncentráció-eloszlások adatait vesszük alapul a hatásviselők kockázatának becsléséhez.

A szennyezett területek feltárásához kapcsolódó jellegzetes hazai hiányosság a terület nem megfelelő szintű ismertsége. Elsősorban gazdaságossági megfontolásokból gyakran tapasztalható, hogy kevés számú feltáró fúrás és mintavételi pont kijelölése mellett próbálják a szennyezés lehatárolását elvégezni. Az ilyen takarékosság többszörösen kedvezőtlen hatású a kockázatbecslő számításokra, mivel:

- Növeli a szennyezett terület lehatárolásának bizonytalanságát;
- Növeli a földtani közeg megismerésének bizonytalanságát;
- Növeli a hidrodinamikai paraméterek megismerésében – ezzel a szennyezés-terjedés modellezésében – rejlő bizonytalanságot;
- Megnehezíti a mértékadó környezeti koncentráció kiválasztását

A mértékadó környezeti koncentráció meghatározása (vagy a koncentráció-eloszlás megadása) a kockázatfelmérés teljes folyamatának kulcsfontosságú sarokszáma, ez a paraméter ugyanis a determinisztikus kockázati érték kiszámításának közvetlen input adata (lásd későbbi fejezet), nem megfelelő kiválasztása ezért az egész elemzés megbízhatóságát kétségessé teszi.

Viszonylag ritkán használt speciális módszer a biológiai expozíció modellezés (BEM) amikor az expozíció bekövetkezése után a receptor szervezetében mért bizonyos paraméterek alapján következtetünk vissza az expozíció tényére, mértékére és ezáltal kockázatra.

A toxikológia tudománynak egyik napjainkban fejlődő területe az expozíciós modellezésben is kulcsszerepet játszó biomarkerek vizsgálata. A biomarkerek mérhető molekuláris vagy sejtbeli fiziológiai eltérések a szervezetben, amelyek kóros jelenségek kialakulásához köthető elváltozásokat jeleznek. A biomarkerek lehetnek expozíciós, biológiai hatás és hajlamossági biomarkerek. A biomarkerek alkalmazása gyökeres változást hozhat a humán-egészségügyi kockázatfelmérés alkalmazásában és megbízhatóságban.

A szennyezőanyagok emberi szervezetbe kerülésének három természetes útja van (bejutási kapuk). A szennyezőanyag bejuthat:

- légutakon
- emésztőszervrendszeren keresztül
- bőrön, nyálkahártyán át.

A receptor közvetlen környezetébe eljutott szennyezőanyag koncentrációt a kockázatfelmérésben külső vagy potenciális dózisnak, míg a szervezetbe ténylegesen felszívódó mennyiséget belső dózisnak nevezzük. A kettő hányadosa a szennyező anyagra jellemző biohányad (biológiai hozzáférhetőség), ami megadja, hogy az adott szennyező az emberi szervezetbe jutva hány százalékban képes a szervezetbe beépülni és így egészségkárosító hatást kifejteni.

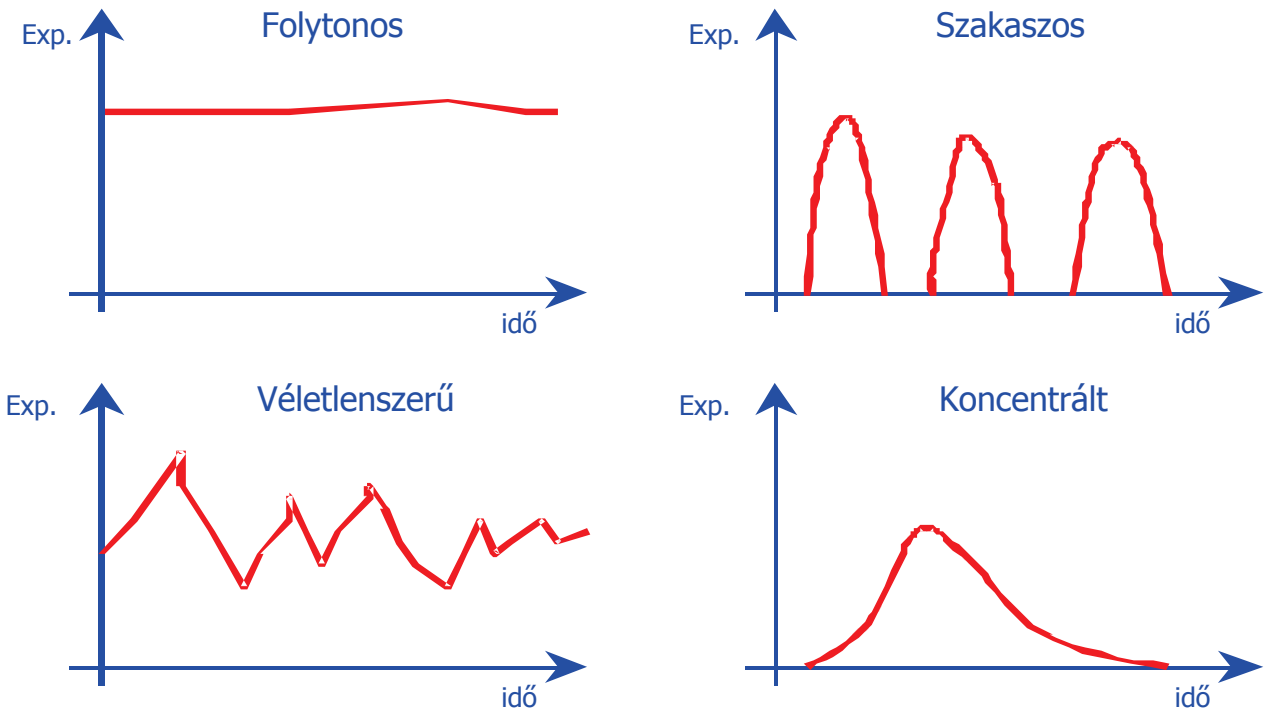
A legtöbb toxikus vegyület esetében a kockázat értéke függ a szervezetbe belépő és megkötődő anyag mennyiségétől. Előfordulhat, hogy ugyanazon szennyező több bejutási kapun át jut a szervezetbe, és az egyes bejutási kapuk esetében a biohányad értéke eltérő lehet. A biohányad értéke 0 és 1 között változik. Abban az esetben, ha a biohányad értékére vonatkozóan nincs információ, a kockázatelemző a biohányad értékét 1-nek választja (ezzel azt feltételezve, hogy a receptor szervezetébe bejutott vegyület teljes mennyiségében kifejti toxikus hatását), és a valóságostól kedvezőtlenebb kockázat-értéket becsül majd. Körültekintően kell eljárni abban az esetben, ha a vonatkozó referencia dózis vagy meredekségi tényező (lásd később) értéke a biohányaddal módosított érték. Az **4.4.4 - 1. táblázat** a biohányad értékét adja meg néhány vegyület esetében.

4.4.4 - 1. Táblázat Biohányad értékek néhány vegyület talaj dermális expozíciója során (USEPA, 1990)

Vegyület	Biohányad érték [-]
Benz(a)pirén	0,01
Benzol	0,47
DDT	0,03
TCDD (dioxin)	0,01
Toluol	0,55
m-Xilol	1,0

Az expozíció számítás fontos része az esemény időtartama és lecsengése (dinamikája). Az expozíció időtartama alapján megkülönböztetünk akut, szubkrónikus és krónikus expozíciót. Ember esetében akut expozíciónak a 14 napnál rövidebb expozíciót, szubkrónikusnak a 14-90 nap közötti expozíciót, krónikusnak pedig a 90 napnál hosszabb expozíciót nevezzük.

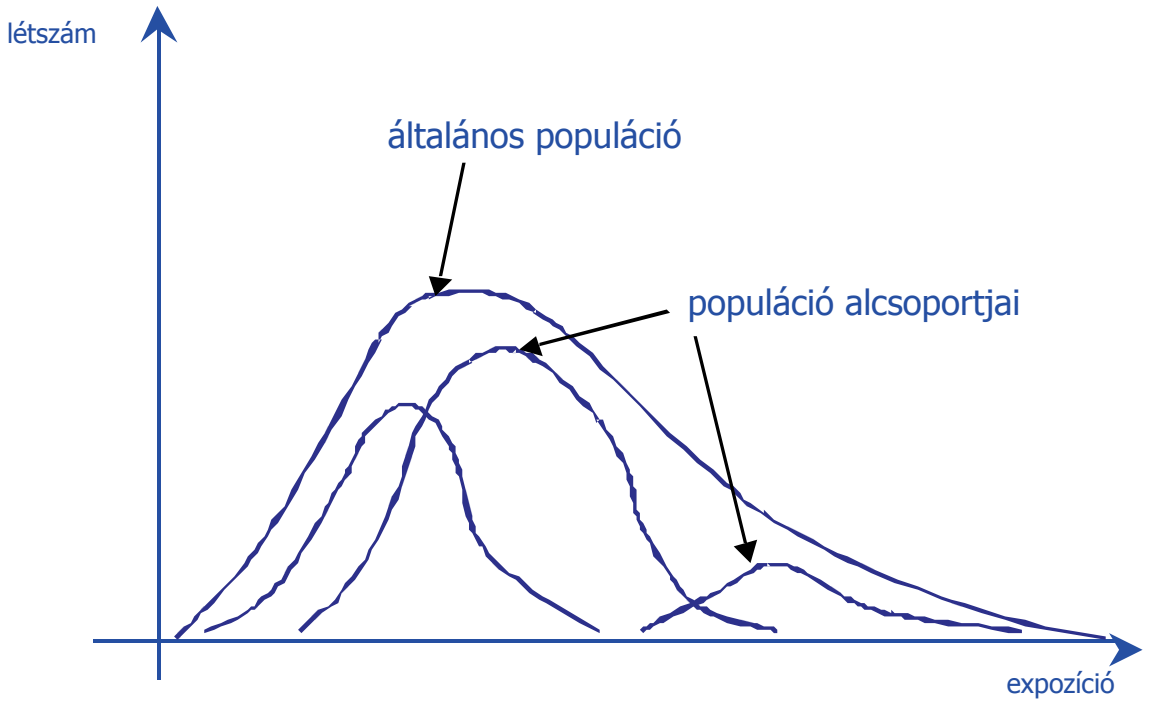
Az expozíció intenzitása gyakran nem állandó, az esetek többségében változó. Az **4.4.4 - 1. ábra** néhány tipikus expozíciós mintát mutat be. Folytonos expozíciónak tekinthető néhány típusú szennyezőanyag kilépés, pl. folyamatos kilúgozódás. Szakaszos kibocsátása lehet egy üzemnek, véletlenszerű expozíciót eredményezhet pl. egy változó összetételű csurgalékvíz kilépés, koncentrált kibocsátás pedig pl. üzemi balesetek esetén fordulhat elő. Az átlagos expozíció vizsgálata során a változó expozíció-intenzitások átlagát képezzük a teljes időtartamra.



4.4.1 - 1. ábra: Néhány tipikus környezeti expozíciós minta

Megjegyzendő, hogy bizonyos akut expozíciós esetekben, ahol meghatározó szerepe nem az átlagos, hanem a maximális dózisnak van, az expozíció lecsengés koncepciója nem alkalmazható.

Az expozíció elemzés részeként a receptor jellemzése során a hatásviselő csoportok olyan sajátosságait vizsgáljuk, mint például: testtömeg, szabadban töltött idő, a szennyezett területen eltöltött idő, belélegzett por mennyisége, egyéb bőrkontaktus (pl. vízzel való érintkezés), stb. Célunk, hogy megértsük azokat a folyamatokat és szokásokat, amelyek során a receptorok a vizsgált vegyülettel érintkezhetnek, illetve megismerjük azokat az alcsoportokat (gyermekek, csecsemők, idősek, betegek, stb.), amelyek valamilyen sajátosság folytán az átlagostól eltérő módon osztoznak a kockázatban. Az **4.4.4 - 2 ábra** a receptor populáció és alcsoportjainak lehetséges viszonyára kíván rámutatni.



4.4.4. - 2. ábra: A hatásviselő populáció és alcsoportjai

A hatásviselők expozíciójának becslésekor szabványosított alapértékeket alkalmazunk olyan mennyiségekre, mint pl. a belélegzett levegő térfogata, naponta fogyasztott ivóvíz mennyiség, testtömeg, bőrfelület, stb.. Ezekre a paraméterekre számos ajánlás található a szakirodalomban [Health Canada, 1994, 1995; USEPA 1989; Szabó et al., 2002; Gondi et al., 2004] a hazai alkalmazások során célszerű a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium által kiadott módszertani útmutatóban [Gondi et al., 2004] publikált expozíciós tényezők alkalmazása.

A kémiai vegyületeket az expozíciós hatásukat tekintve két csoportba oszthatjuk. Azokat a szennyezőket, melyek toxikus hatásának kifejtéséhez szükséges, hogy abszorbeálódjanak a testben **szisztémás vegyületeknek** nevezzük, míg a **helyileg ható vegyületek** hatásához a beépülés nem szükséges. A szisztémás expozíciót dózisértékben adjuk meg, a biohányad elhanyagolása vagy figyelembevétele függvényében potenciális vagy belső dózisértékként.

Az expozíció dimenziója mindkét esetben: $\left[\frac{\mu g}{ttkg \cdot nap}\right]$, ami testtömeg-egységre vonatkoztatott napi bevitt szennyezőanyag mennyiségét jelenti. Potenciális dózis esetében ez az érték azt a dózist fejezi ki, amivel a szervezet kapcsolatba kerül, belső dózis esetén a mennyiség az abszorbeált dózist jelenti.

Az expozíció számítása az **átlagos napi dózis** (ÁND) meghatározásával történik. A számítás logikája bármely expozíciós útvonalra megegyezik: a közegre vonatkozó koncentráció meghatározása után becsüljük a receptorok által adott időszak alatt felvett dózis mennyiségét. Az

alkalmazandó számítások gyűjteménye a szakirodalomban több szerzőnél is megtalálható [Asante-Duah, 1993 és 1996; Bezegh et al., 1996; Dura et al., 2001; Health Canada, 1994 és 1995; USEPA, 1989; Gondi et al., 2004].

$$\acute{A}ND = \frac{C \cdot IR \cdot EF}{BW}, \text{ ahol}$$

ÁND	Közegből a szervezetbe jutó szennyezés értéke mg-ban, naponta és egységnyi testtömegre vonatkoztatva	[mg/(ttkg·nap)]
C	a szennyező koncentrációja a közegben	[mg/L]; [mg/kg]; [mg/m^3]
IR	Adott közeggel való kapcsolat mértéke naponta (pl. napi vízfogyasztás, napi belélegzett levegő mennyisége, stb.)e	[L/nap]; [kg/nap]; [m^3/nap]
EF	expozíciós tényező: az expozíció élettartamra vonatkoztatott gyakoriságát adja meg	[-]
BW	testtömeg	[ttkg]

Abban az esetben, ha a szennyező több útvonalon, de ugyanazon a bejutási kapun juthat be a szervezetbe - és ugyanazt az egészségkárosító hatást fejti ki -, akkor a különböző utakon bejutott dózisok összegzése szükséges

$\text{ÁND} = \text{ÁND}_1 + \text{ÁND}_2$, ahol

ÁND	teljes dózis értéke	[mg/(ttkg·nap)]
ÁND_1	pl. földtani közegből tápcsatornán át bejutó dózis becsült értéke mg-ban, naponta és egységnyi testtömegre vonatkoztatva	[mg/(ttkg·nap)]
ÁND_2	pl. vízből szájon át bejutó dózis becsült értéke mg-ban, naponta és egységnyi testtömegre vonatkoztatva	[mg/(ttkg·nap)]

Szisztémásan ható vegyületek többszörös útvonalon történő expozíciója esetében tehát az egyes expozíciós útvonalakon történő bevitelt külön-külön értékeljük és azok összegzésével kaphatjuk meg az összes bevitt dózist. Nem helyes viszont eltérő szennyezők kellő körültekintés nélküli összegzése, sem ugyanazon szennyezőnek eltérő bejutási kapukon bejutott összegzése, mert előfordulhat, hogy az eltérő bejutási kapuk más-más hatásmechanizmust eredményeznek (pl. kadmium légző-, és emésztő-rendszerbe jutása).

Helyileg ható vegyületek esetében a káros hatás mértéke elsősorban a maximális koncentrációhoz, valamint az expozíció időtartamához és gyakoriságához köthető, ezért az expozíció kifejezésének módja ebben az említett paraméterek megadásával történik. A helyileg ható vegyületek esetében

nem jellemző, hogy más-más bejutási kapukon át ugyanaz a szervet károsodna, ezért az additivitásnak itt nincs jelentősége.

4.4.5 Toxicitás vizsgálat

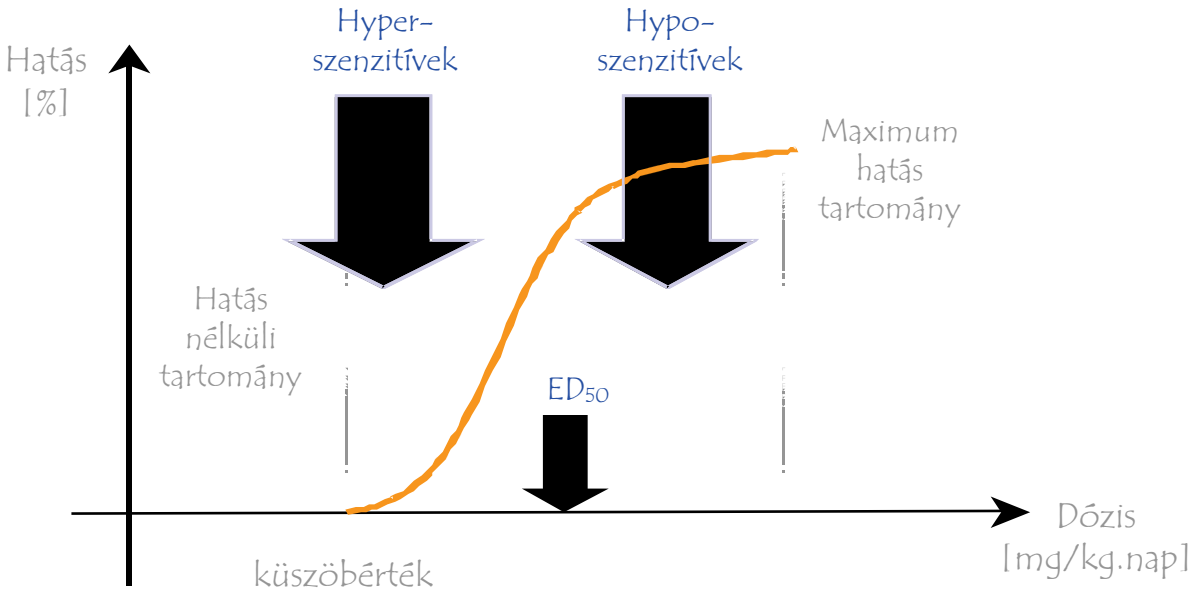
„Minden anyag méreg, nincsen olyan anyag ami ne méreg lenne. A dózis az, ami megkülönbözteti a mérget az orvosságtól." Paracelsus (1493-1541) megállapítása a toxikológiai vizsgálódásunk lényegi kérdését érinti. Míg az expozíció vizsgálat során meghatározzuk, hogy mekkora a receptor környezetébe eljutó szennyezőanyag koncentráció és a hatásviselő szervezet dózisterhelése, a toxikológiai fejezetben azt kívánjuk meghatározni, hogy adott szennyező esetében mekkora az az érték, amit a szervezet még egészségkárosodás nélkül képes elviselni, illetve hogy létezik-e ilyen küszöbérték.

A szennyező anyagok csoportosítása dózis-hatás kapcsolat alapján

Dózis-hatás kapcsolatuk alapján a vegyületeket két összefoglaló csoportba osztjuk: karcinogén és nem karcinogén (toxikus) vegyületek. A különbség a két csoport eltérő dózis-hatás összefüggésében van. A dózis-hatás kapcsolat minden szennyező esetében meghatározza annak toxikológiai viselkedését, egyes kockázatelemző eljárások ezért is nevezik ezt a fázist dózis-hatás vizsgálatnak. A dózis-hatás görbe valamilyen meghatározott hatás (pl. kóros elváltozás, tumor kialakulása, halálozás, stb.) megjelenésének relatív gyakoriságát vizsgálja a dózis függvényében.

Nem karcinogén anyagok esetében a dózis-hatás görbe valamely pozitív dózis érték alatt zérus értékű, azaz a vizsgált hatás egyetlen egyednél sem következik be. Ezt az értéket a vegyületre jellemző **küszöbértéknek** nevezzük **(4.4.5 - 1. ábra)**.

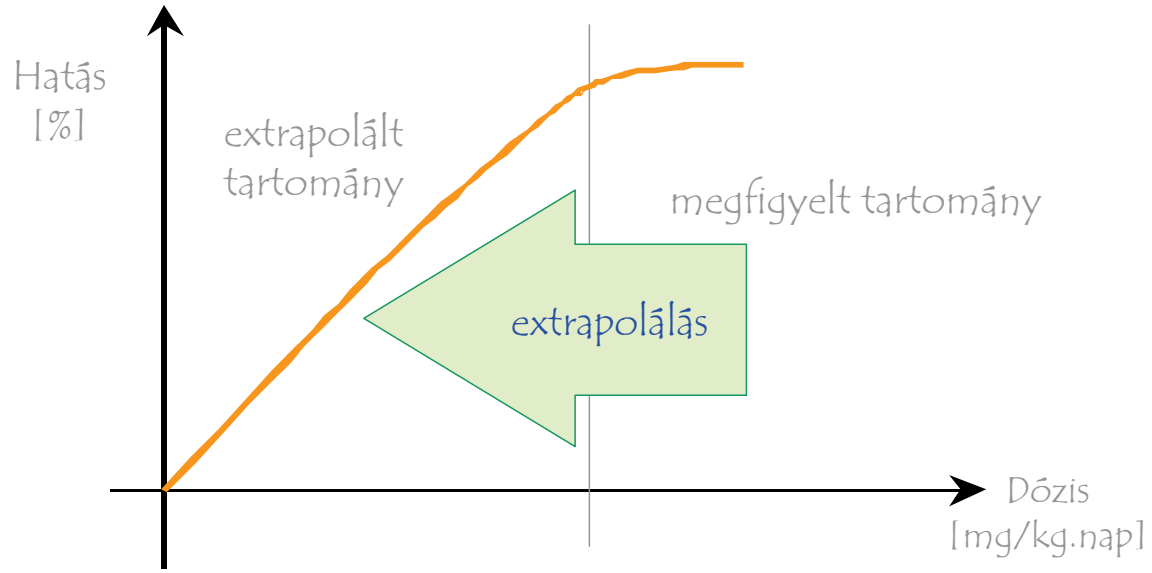
Azt a tartományt, ahol a hatás 100%-os (azaz a hatás minden vizsgált egyednél megjelenik), a maximális hatás tartományának nevezzük. Az ED_{50} érték jelzi azt a dózist, ahol a vizsgált hatás a kitett egyedek pontosan felénél volt megfigyelhető. A szélesebb körben ismert LD_{50} érték ennek azon speciális esete, amikor a vizsgált hatás a halálozás. Azok az egyedek, amelyeknél az ED_{50} érték alatti dózisok esetében pozitív hatás jelenik meg, az adott anyaggal szemben az átlagostól érzékenyebbek, ezért ezeket hiperszenzitíveknek, a magasabb dózishoz tartozó csoportot hiposzenzitíveknek nevezzük.



4.4.5 - 1. ábra: Nem karcinogén anyagok elvi dózis-hatás kapcsolata és jellemzői

Karcinogén anyagok esetében a dózis-görbe lefutása az előzőtől eltérő **(4.4.5 - 2. ábra)**. A kockázatfelmérés során indokoltnak látszik azt feltételezni, hogy ebben az esetben a dózis-hatás kapcsolat küszöbérték nélküli, azaz nem létezik kockázatmentes tartomány, és már egy molekulányi expozíció is káros sejtelváltozásokat indít be. A másik fontos feltételezett tulajdonság a karcinogén dózis-hatás kapcsolatban a linearitás. Ennek megértéséhez látnunk kell, hogy a dózis-hatás görbék alapjául leggyakrabban állatkísérletek szolgáltatnak adatot. Az állatkísérletek során extrém dózisok alkalmazása szükséges a kísérlet eredményessége érdekében, azaz a magas dózis-tartományban tudjuk a dózis hatás kapcsolatot meghatározni. Ezt a tartományt ezért a **megfigyelt tartománynak** nevezzük. Nyilvánvaló, hogy az általunk vizsgált ún. környezeti expozíciós szcenáriók esetén ezek a magas dózis előfordulások a legritkábbak, szennyezett területek kapcsán viszonylag kismértékű expozíciókkal kell számolnunk. Dózis-hatás kapcsolatra vonatkozó adat erre a tartományra viszont nem áll rendelkezésünkre, ezért a megfigyelt tartomány egy megfelelően kiválasztott pontja (point of departure) és az origó között lineáris kapcsolatot feltételezve extrapoláljuk a görbét. Ezt az eljárást LMS (Linear Multi-Stage) modellnek, a tartományt pedig extrapolált tartománynak nevezzük.

A toxikológia fejlődése mára igazolta, hogy a vegyületek fenti típusú karcinogén és nem-karcinogén csoportosítása nem teljesen felel meg a valóságnak. A karcinogéneknek csak bizonyos csoportja (pl. mutagének) esetében helytálló a küszöbérték nélküli dózis-hatás koncepció. Más karcinogén (nem-mutagén) anyagok esetében kis dózisoknál a karcinogenitás kialakulásának valószínűsége nagyon kicsi. Helytállóbb a továbbiakban a karcinogén, nem-karcinogén csoportosítás helyett a **küszöbértékkel rendelkező** és **küszöbérték nélküli** kategorizálás alkalmazása.



4.4.5 - 2. ábra: Karcinogén anyagok dózis-hatás kapcsolata

A toxicitás vizsgálat első lépésének, a toxikológiai hatásmechanizmus elemzésének célja, hogy meghatározzuk, a vizsgált szennyező vegyület karcinogén-e vagy sem (küszöbértékkel rendelkező-e vagy sem). Ez a megkülönböztetés azért indokolt, mert a fenti különbözőségek miatt a kockázatfelmérés menete ezen a ponton szétválik, és más-más toxikológiai paraméter meghatározása szükséges a két esetben.

Expozíciós határ/meredekségi tényező meghatározása

Nem karcinogén (küszöbértékkel rendelkező) vegyületek esetében a dózis-hatás görbe legjellegzetesebb pontja a küszöbérték. Ezt az értéket szokás NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) értéknek is nevezni, ami azt az expozíciós szintet jelöli, ahol a vizsgált egészségkárosító hatás még nem volt megfigyelhető. Ezt közelítő érték a LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level), ami azt a legalacsonyabb szintű expozíciót jelzi, amelynél káros hatások megfigyelhetők voltak. A kockázatfelmérés során alkalmazandó expozíciós határ az ajánlott maximális napi expozíció egy adott vegyületre vonatkozóan. Ezt az értéket úgy származtatjuk, hogy a NOAEL, vagy LOAEL értéket egy szabványos módon meghatározott biztonsági tényezővel módosítjuk úgy, hogy a tényleges küszöbértéktől legalább egy nagyságrenddel kisebb értéket adunk meg kockázati szempontból elfogadható határnak. Az értéket **referencia dózisnak** (RfD) vagy megengedhető napi bevitelnek (TDI) nevezzük.

$$RfD; TDI = \frac{NOAEL / LOAEL}{UF};$$

ahol:

RfD	Referencia dózis	[mg/(ttkg·nap)]
TDI	Megengedhető napi dózis	[mg/(ttkg·nap)]
UF	Biztonsági tényező, (értéke általában 10 és 10000 között változik)	[-]

Belégzés útján realizálódó expozíció esetén az RfD értéket az RfC (referencia koncentráció) váltja fel.

Toxikus vegyületek esetében a toxicitás vizsgálat fő célja a fenti mennyiség meghatározása. Amennyiben ennek meghatározása minden potenciális szennyezőre megtörtént, a toxicitás vizsgálat befejezettnek tekinthető.

Karcinogén (küszöbérték nélküli) vegyületek esetében a dózis-hatás görbe legfontosabb tulajdonsága a lineáris szakasz meredeksége, a meghatározandó paraméter a **meredekségi tényező**, jele SF (Slope Factor), mértékegysége [(mg/(ttkg·nap))$^{-1}$].

Adott (elfogadott) kockázati szinthez ebben az esetben is megállapítható egy elfogadható dózis érték, amit kockázat alapú dózisnak nevezünk.

$RsD = \frac{R}{SF}$; ahol:

RsD	Kockázat alapú dózis	[mg/ttkg/nap]
SF	Meredekségi tényező	[(mg/ttkg/nap)$^{-1}$]
R	Elfogadható kockázati érték, általában $10^{-6} < R < 10^{-4}$	[-]

A rákkeltő potenciál jellemzésére használják még az úgynevezett egységnyi kockázatot (UR), amely az egységnyi, vízben oldott (µg/l) vagy levegőben mérhető (µg/m^3) szennyezőanyagra eső kockázat kvantitatív meghatározása.

4.4.6 A toxikológiai információk forrásai

A fenti toxikológiai jellemzők meghatározása nem mindig egyszerű feladat. Leggyakrabban egészségügyi és/vagy toxikológiai szervezetek által publikált adatbázisok adatait vesszük alapul. Használható toxikológiai források a WHO, USEPA, ATSDR, RIVM szervezetek adatbázisai.

Az esetek túlnyomó többségében az elemző online adatbázisokat használ a kívánt toxikológiai jellemzők beszerzésére.

Abban az esetben, ha a kockázatfelméréshez szükséges humán toxikológiai adatok nem állnak rendelkezésre, ún. **alapfeltételezéseket** alkalmazunk az egészségkárosító hatások becslésére. A toxikológiai adatok hiánya vagy bizonytalansága esetén módszertani és szabályozói garanciákkal biztosítható, hogy a beépített alapfeltételezések minden esetben konzervatív megközelítései legyenek a valós jelenségeknek, az ily módon számított kockázati érték ezért a valóságostól mindig

nagyobb értéket fog eredményezni. Az alapfeltételezések tehát nem általánosan használandó paraméterek, hanem hiánypótló adatok, a szükséges adatok hiánya esetén. A kockázatfelmérés gyakori ismerethiánya miatt az elemzés „toxikológiai oldalán" ezek az alapfeltételezések szinte minden esetben halmozottan kerülnek alkalmazásra, jelentős túlbiztosítást okozva a becslésekben. A toxikológiai alapfeltételezésekkel a következő fejezetben részletesen foglalkozom.

A toxicitás elemzés fázis lezárható akkor, ha a koncepciós modellben kiszűrt összes szennyező toxikológiai hatásmechanizmusa és az ehhez kapcsolódó expozíciós határérték meghatározásra került. A toxicitás vizsgálat az expozíció vizsgálattal párhuzamosan kerül elvégzésre, és ezek eredményei az utolsó (kockázat jellemzés) fázisban kerülnek összegzésre.

4.4.7 Kockázat jellemzés

A kockázatelemző munka összegzése a kockázat jellemző fázis. Korábban az expozíció elemzés fázisban méréssel vagy modellezéssel meghatároztuk az expozíció mértékét. A toxicitás vizsgálat során meghatároztuk azt a dózis értéket, amitől nagyobb expozíció esetében egészségkárosodásra kell számítanunk. Ebben a fázisban a feladatunk az előző két lépés eredményeit összevetni és számszerűsíteni a kockázatot (kockázat becslés). Ezt követően értelmezzük a becsült kockázat értékét és összefoglaljuk az elemzés megállapításait és bizonytalanságait.

4.4.7.1. Nem karcinogén vegyületek kockázatfelmérése

Nem karcinogén (küszöbértékkel rendelkező) vegyületek esetében a kockázatot úgy becsüljük, hogy a ténylegesen mért vagy modellezett koncentrációból számított dózist (átlagos napi dózis, ÁND) a toxikológiai fázisban meghatározott referencia dózissal (RfD; TDI) vetjük össze, és képezzük a (HQ, vagy HRQ) **kockázati hányadost**.

$$HQ = \frac{ÁND}{RfD}$$

Mértékegységhelyes hányados képzés után a kapott eredményt 1-hez viszonyítjuk. A számított HRQ egészségkockázati hányados értéke szerint a kockázatot az **4.4.7 - 1. táblázat** szerint minősítjük.

Amennyiben az egészségkockázati hányados értéke HRQ<1, azaz a becsült expozíció mértéke az elfogadható határ alatt van, a kockázat elfogadható mértékű. Ha HRQ>1, a vizsgált szcenárió nem elfogadható, egészségkárosító hatás valószínűsége fennáll, ezért kockázatkezelés szükséges.

4.4.7 - 1. Táblázat HRQ egészségkockázati hányados értéke szerinti minősítés

kockázat minősítése
elhanyagolható
kicsi
mérsékelt
nagy
igen nagy

4.4.7.2. Karcinogén vegyületek kockázatfelmérése

Míg a küszöbértékkel rendelkező szennyezők esetében a kérdés könnyen kezelhető, a karcinogén kockázatfelmérés valamivel összetettebb. Korábban láttuk, hogy ebben az esetben nincs kockázatmentes állapot, kivéve, ha az expozíció lehetősége teljesen kizárt, ami viszont a legtöbb esetben nem valósítható meg. Miközben tudomásul vesszük, hogy küszöbérték nélküli vegyületek esetében a kockázat mindig fennáll, célul tűzhetjük ki a koncentráció olyan alacsony szinten tartását, amennyire csak lehetséges. Ez esetben döntés kérdése, hogy mekkora az a felvállalható kockázat, ami alapján a kockázat alapú dózis már meghatározható. A döntésünket tehát egy előzetesen meghatározott, elfogadható kockázati értékre alapozzuk.

4.4.7.3. Az elfogadható kockázat koncepciója

Az elfogadható kockázat mértéke nem természettudományos alapokon meghatározott érték, hanem a társadalom és a döntéshozók által elfogadhatónak, felvállalhatónak tekintett valószínűsíthető kockázati értéket állapítunk meg, amire a döntéseinket alapozzuk.

A kockázat elfogadható („de minimis”) értékű, ha az adott tevékenységhez köthető kockázatnövekmény megfelelően kicsi ahhoz, hogy a tevékenység módosítása ne legyen indokolt.Az elfogadható kockázat fogalma kémiai expozíció esetén az adott vegyületnek való kitettség következtében bekövetkező, tudatosan felvállalt többlet haláleset számaként értelmezhető. A mértékadó érték általában $1 \cdot 10^{-4}$ és 10^{-6} között változik, jelentése megfelelő létszámú populáció esetén a vizsgált tevékenységhez köthető, teljes élettartamra vonatkoztatott expozíció hatására várható halálesetek száma. Ha a társadalom illetve a döntéshozók adott problémakörre vonatkozóan az $1 \cdot 10^{-6}$ kockázatot tekintik elfogadhatónak, azt úgy értelmezhetjük, hogy az adott expozíciós szcenárió káros hatásának következményeként egymilliós populációból egy haláleset tekinthető elfogadhatónak, és ezt a kockázati szintet a társadalom tudatosan felvállalja.

A laikus számára első hallásra rémisztő megközelítés a mérnöki gondolkodás szükségszerű része, mivel a kockázatmentes állapot biztosítása elméleti lehetetlenség, bizonyos fokon túli megközelítése pedig gazdaságossági okok miatt általában nem kivitelezhető. Látnunk kell azt is, hogy a modern társadalmakban a kármentesítési projektekben elfogadhatónak tekinthető értéktől

nagyságrendekkel nagyobb kockázatokat naponta vállalunk, gyakran önkéntesen. Erre mutat néhány statisztikai adatokra alapozott példát a **4.4.7 - 2. táblázat**.

4.4.7 – 2. táblázat Néhány esemény halálozási kockázata az Egyesült Államokban egy évre viszonyítva

Veszély	Kockázati érték
Szívinfarktus	$3,4*10^{-3}$
Rákos megbetegedés	$1,6*10^{-3}$
Autóbaleset	$2,1*10^{-4}$
Munkahelyi baleset	$1,5*10^{-4}$
Gyilkosság	$9,3*10^{-5}$
Magasból való lezuhanás	$7,4*10^{-5}$
Fulladás	$3,7*10^{-5}$
Tűzeset, égés	$3,0*10^{-5}$
Mérgezés (folyadék vagy szilárd anyagtól)	$1,7*10^{-5}$
Fulladás (tárgy lenyelése)	$1,3*10^{-5}$
Lőfegyver használat	$1,1*10^{-5}$
Vasúti közlekedés	$0,9*10^{-6}$
Polgári repülés	$0,8*10^{-6}$
Vízi közlekedés	$0,7*10^{-6}$
Gázmérgezés	$0,7*10^{-6}$
Hajózás	$0,6*10^{-6}$
Villámcsapás okozta halál	$0,5*10^{-6}$
Hurrikán okozta halál	$0,4*10^{-6}$
Tornádó okozta halál	$0,4*10^{-6}$
Állat általi marás, csípés	$0,2*10^{-6}$

Új beruházások méretezése esetében a környezeti ártalmak mértékadó kockázati szintje általában 10^{-6} nagyságrendű, kármentesítési beavatkozások méretezésekor viszont - a területhasználat mérlegelése mellett - általában $1 \cdot 10^{-5}$ értéket szabják meg a kármentesítési célérték meghatározásának alapjául elsősorban költséghatékonysági megfontolás miatt.

4.4.7.4. Karcinogén kockázat számítása

Karcinogének esetében a kockázatot a környezeti közeg koncentrációja alapján számított dózis és az anyagra jellemző meredekségi tényező szorzataként számítjuk, és numerikus karcinogén kockázatnak (NCR) nevezzük.

$$NCR = ÁND \cdot SF$$

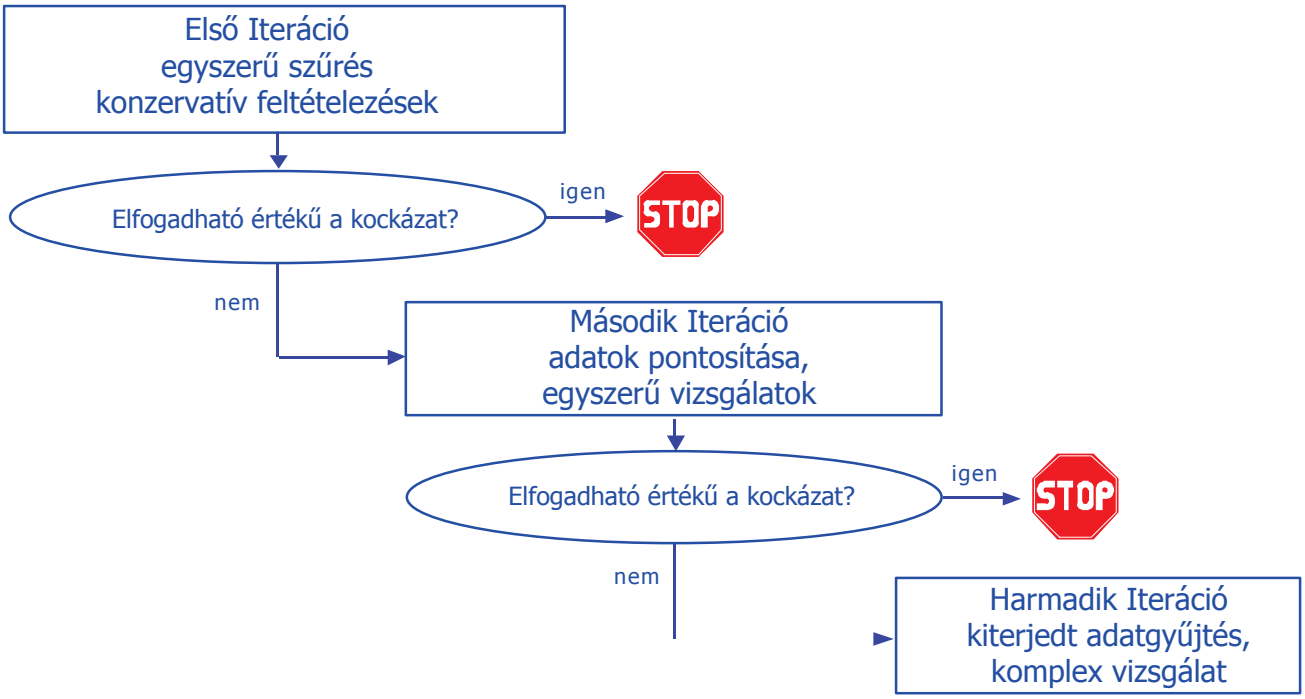
ahol:

NCR	Numerikus karcinogén kockázat	[-]
ÁND	Becsült dózis érték	[mg/ttkg/nap]
SF	Meredekségi tényező	[(mg/ttkg/nap)$^{-1}$]

A kockázat elfogadhatóságáról az alapján döntünk, hogy összevetjük a számított NCR és a szabályozás szerint elfogadható kockázat értékét. Az $1 \cdot 10^{-6}$-os előre meghatározott határérték esetében, ha $NCR < 1 \cdot 10^{-6}$, a kockázat elfogadható mértékű; ha $NCR \geq 1 \cdot 10^{-6}$, a kockázat nem elfogadható.
A kockázat leírás

Abban az esetben, ha a kockázat elfogadható értékű, a kockázatkezelés kérdése általában egyszerű: nincs szükség beavatkozásra, bár bizonyos esetekben a kockázat csökkentése ilyenkor is indokolt lehet. Abban az esetben, ha a számított kockázat, - vagy összetett szcenáriók esetén a kockázatok valamelyike - nem elfogadható, két lehetőségünk van. Mivel az elemzésben általában elengedhetetlen az alapfeltételezések alkalmazása, vagy bizonytalanságot hordozó paraméterek bevonása, lehetőségünk van a vizsgálatunkat oly módon finomítani, hogy a túlméretező alapfeltételezéseket megpróbáljuk nagyobb megbízhatóságú adatokkal helyettesíteni. Erre a kockázatfelmérésben általánosan elfogadott **iterációs** (többlépcsős) **megközelítés** ad lehetőséget **(4.4.7 - 1. ábra)**. Az eljárás lényege az, hogy amennyiben a kockázat nem elfogadható, de esély van arra, hogy az alkalmazott közelítések valós értékekkel történő helyettesítésével elfogadható szint alá hozható a kockázat, az elemző új – de továbbra is konzervatív – megközelítéssel újraszámolja a kockázat értékét. Az iterációs lépések elvileg tetszőleges számban megismételhetők, valójában az ésszerű adatpótlások véges száma szab határt a pontosításoknak.

Az iterációs megközelítés előnye nem csak abban rejlik, hogy lehetőséget biztosít utólagos finomításra, hanem sokkal fontosabb szempont az, hogy a kockázatfelmérés kezdetekor az elemzőnek lehetősége van mindig a legegyszerűbb feltételezésekkel viszonylag egyszerű és gyors módon számolni adott probléma egészségügyi kockázatának felső korlátját. Amennyiben az első iterációs lépés már elfogadható eredményt biztosít, úgy nincs szükség részletesebb vizsgálatokra, hiszen a konzervatív becslések garantálják, hogy a részletesebb elemzés még tovább csökkentené a becsült kockázati értéket. Ezzel az elemzőnek lehetősége van a rendelkezésére álló pénzügyi és egyéb források optimális kihasználására, és nem kell feleslegesen túlméretezett elemzésekre időt, pénzt és energiát pazarolni. A megközelítés alkalmazásának hátránya lehet ugyanakkor, hogy az elemző gyakran elfelejtkezik arról, hogy a korai lépesekben számolt kockázat érték nem a tényleges kockázatot, hanem annak felső korlátját adja meg.



4.4.7 - 1. ábra: A kockázatfelmérés iterációs megközelítése

A becsült kockázatértékek önmagukban nem biztosítanak elegendő információt döntések tényleges meghozatalához, azok értelmezése és jellemzése is szükséges. A becsült értékek értelmezése leíró jellegű és ismerteti mindazokat a megfontolásokat, amik az elemzés során a kockázatfelmérést érintették. Fontos, hogy az elemző közölje a vizsgálatba bevont közelítő eljárásokat és alapfeltételezéseket, és igazolja, hogy a valós adatokat helyettesítő feltételezések a valóságostól kedvezőtlenebb kockázati értéket eredményeztek. A szükséges információk közlése elengedhetetlen ahhoz, hogy a kockázat alapú döntéshozatal kellően körültekintő lehessen.

Az elemzésben rejlő bizonytalanságok közlése ugyancsak elengedhetetlen, mivel a döntéshozóknak jelentős problémát okoznak a vizsgált kérdés rendszer-jellemzőiben rejlő bizonytalanságok. Ezzel a kérdéssel részletesebben a következő fejezetekben foglalkozunk.

Felhasznált irodalom

Caers J., 2005: Petroleum Geostatistics. Society of Petroleum Engineers. Texas, USA, pp. 1-88.

Chapra S.C., Raymond P. C., 1985: Numerical Methods for Engineering. Second Edition. McGraw-Hill, Inc. pp. 1-839.

Csoma J., Szigyártó Z., 1975: A matematikai statisztika alkalmazása a hidrológiában. Vízügyi Dokumentációs és Tájékoztató Iroda, Budapest. pp. 1-410.

Davis J. C., 2002: Statistics and Data Analysis in Geology. Third Edition. John Wiley and Sons, pp. 1- 638.

Filep, Gy. – Kovács, B. – Lakatos, J. – Madarász, T. – Szabó, I. 2002 Szennyezett területek kármentesítése, egyetemi tankönyv (szerk. Szabó, I.), Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, pp. 176-226

Füst A., 1997: Geostatisztika. ELTE, Eötvös kiadó, Budapest, pp. 1-427.

Gondi, F. – Halmóczki, Sz. – Dankó, Gy. – Dura, Gy. – Ligeti, Zs. – Szabó, I. 2004: Kármentesítési útmutató 7.: A mennyiségi kockázatfelmérés módszertana (szerk. Németh, T.), Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest

Health Canada 1993: Human Health Risk Assessment of Chemicals from Contaminated Sites, Volume 1: Risk Assessment Guidance Manual; Ottawa, ON.

Health Canada, 1994: Human Health Risk Assessment for Priority Substances, Canadian Environmental Protection Act, Cat No. EN40-215/41E

Helsel D.R., Hirsch R.M., 1991: Statictical Methods in Water Resources. Hydrologic Analysis and Interpretation. USGS, USA, pp. 1-510.

Huber P.J., 1981: Robust statistics, Wiley, New York, 1981.

National Research Council (NRC) 1982: Risk and Decision-Making: Perspective and research. NRC Committee on Risk and decision Making. National Academy Press, Washington D.C, USA

National Research Council 1983: Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process, National Academy Press, Washington, D.C

Rényi A., 1981: Valószínűség-számítás, 4. kiadás, Tankönyvkiadó, Budapest.

Rétháti L., 1985: Valószínűség-elméleti megoldások a geotechnikában. Akadémiai kiadó, Budapest. Pp. 1-393.

Steiner F., 1990 : A geostatisztika alapjai. Egyetemi Kiadó, pp. 1- 363.

Steiner F., (ed.) 1997: Optimum methods in statistics. Akadémia Kiadó, Budapest.

Steiner F., Szűcs P., 1989: Alkalmazott matematika I. A geostatisztika alapjai. Oktatási segédlet. Re. 1319-89. NME, Miskolc, pp. 1-140.

Szűcs P., 1997: Optimum methods in Statistics. Edited by F.Steiner. Chapter 10.3 (pp. 257-275), Chapter App. III. (pp. 294-298), Chapter App. V. (pp. 303-311). Published by Akadémia Kiadó, Budapest, Hungary in 1997. ISBN 963 05 7439 X

Szűcs P. and Ritter Gy., 2002: Improved interpretation of pumping test results using simulated annealing optimization. ModelCARE 2002, Proceedings of the 4th International Conference on Calibration and Reliability in Groundwater Modeling. Prague, Czech Republic, 17-20 June 2002. Acta Universitas Carolinae – Geologica 2002, 46 (2/3), pp. 238-241.

Szűcs P., Civan F., Virág M., 2006: Applicability of the most frequent value method in groundwater modeling. Hydrogeology Journal (2006), 14: pp. 31-43. Springer-Verlag.

Turai E., 1983: A numerical method of the Fourier transformation in the description of the GP phenomenon with a system specific function. Hungarian Geophysics, XXIV/1., pp. 11-19.

United States Environmental Protection Agency, 1984: Risk Assessment and Management: Framework for Decision Making, EPA 600/9-85-002, U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C., USA

United States Environmental Protection Agency, 1989: Risk Assessment Guidance for Superfund Vol. 1. Human Health Evaluation Manual, EPA/540/1-89/002 Office of Energy and Remedial Response Washington, DC

United States Environmental Protection Agency, 1998: Guidance for Data Quality Assessment: Practical Methods for Data Analysis, EPA QA/G-9, January 1998.

Vincze I., 1975: Matematikai statisztika ipari alkalmazásokkal. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, pp. 1-352.

Wackernagel H., 2003: Multivariate Geostatistics, An introduction with applications. Springer, pp. 1-387.

5. Környezeti adatbázisok

5.1 Tematikus adatbázisok

5.1.1 A térbeli vonatkozású rendszerek analóg térképi adatai

5.1.1.1. Topográfiai alaptérképek

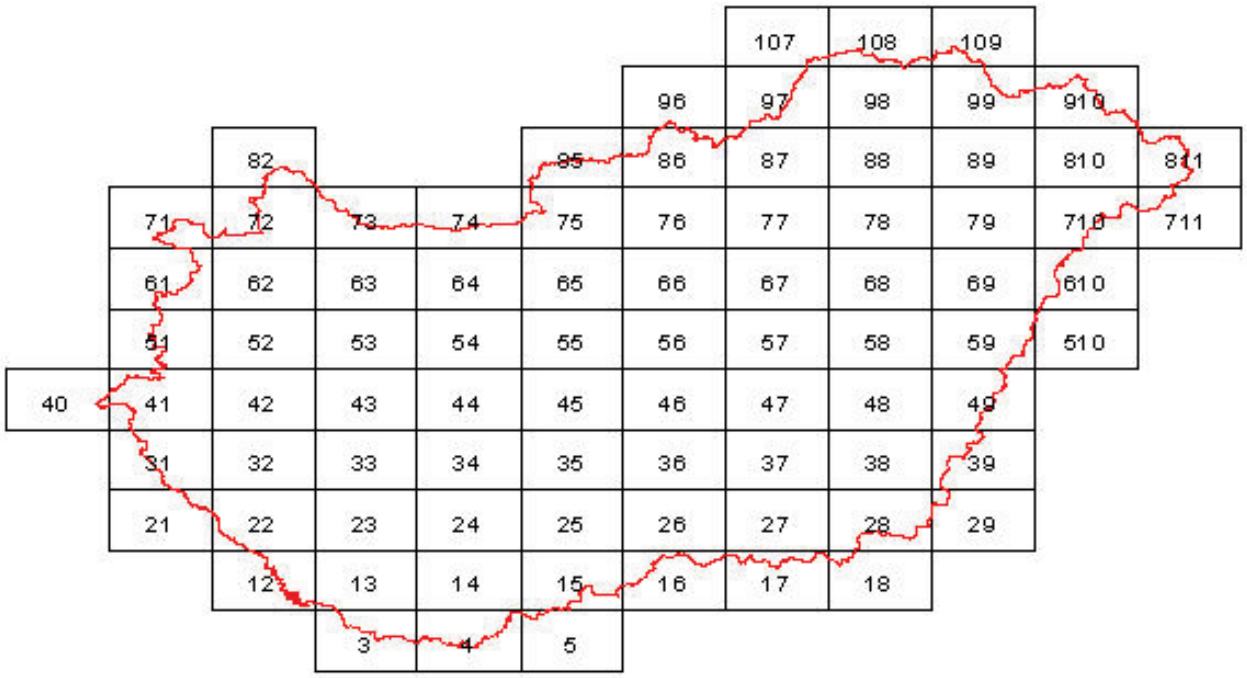
Az Egységes Országos Térképrendszer (EOTR)

Kialakítását 1969-es kormányrendelet írta elő.

1976 óta alkalmazzák a hazai topográfiai térképezésben. Az EOTR fogalmán olyan térképrendszer értendő, melynek egységes a vetülete (EOV), egységesen egymásba épülő a szelvényezése, és a méretarányok adta lehetőségeken belül egységes a jelkulcsa.

A térképrendszer szelvényezésének kialakítására olyan megoldást dolgoztak ki, amelynek alapján - fekvő téglalap alakú, 48 x 32 cm kiterjedésű, kilométervonalak által határolt 1: 100.000 méretarányú térképszelvényekből kiindulva - a méretaránysor tagjait a sor eggyel kisebb méretarányú szelvényéből, annak negyedelésével alakítják ki.

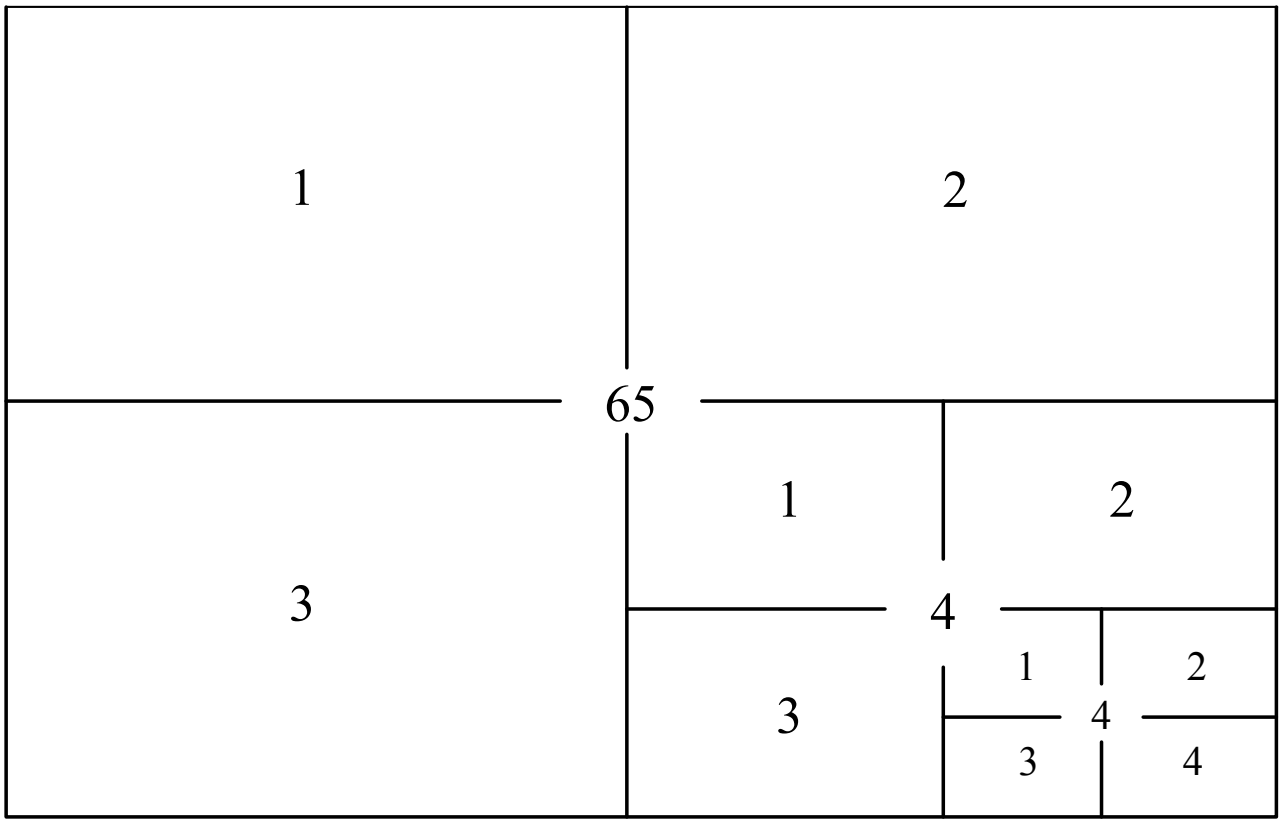
Az 1: 100.000 méretarányú szelvények az ország területét 11 övben és 12 sávban elhelyezve fedik le (5.1.1 - 1. ábra).



5.1.1 - 1. ábra: Az M=1:100 000 EOTR szelvény beosztása

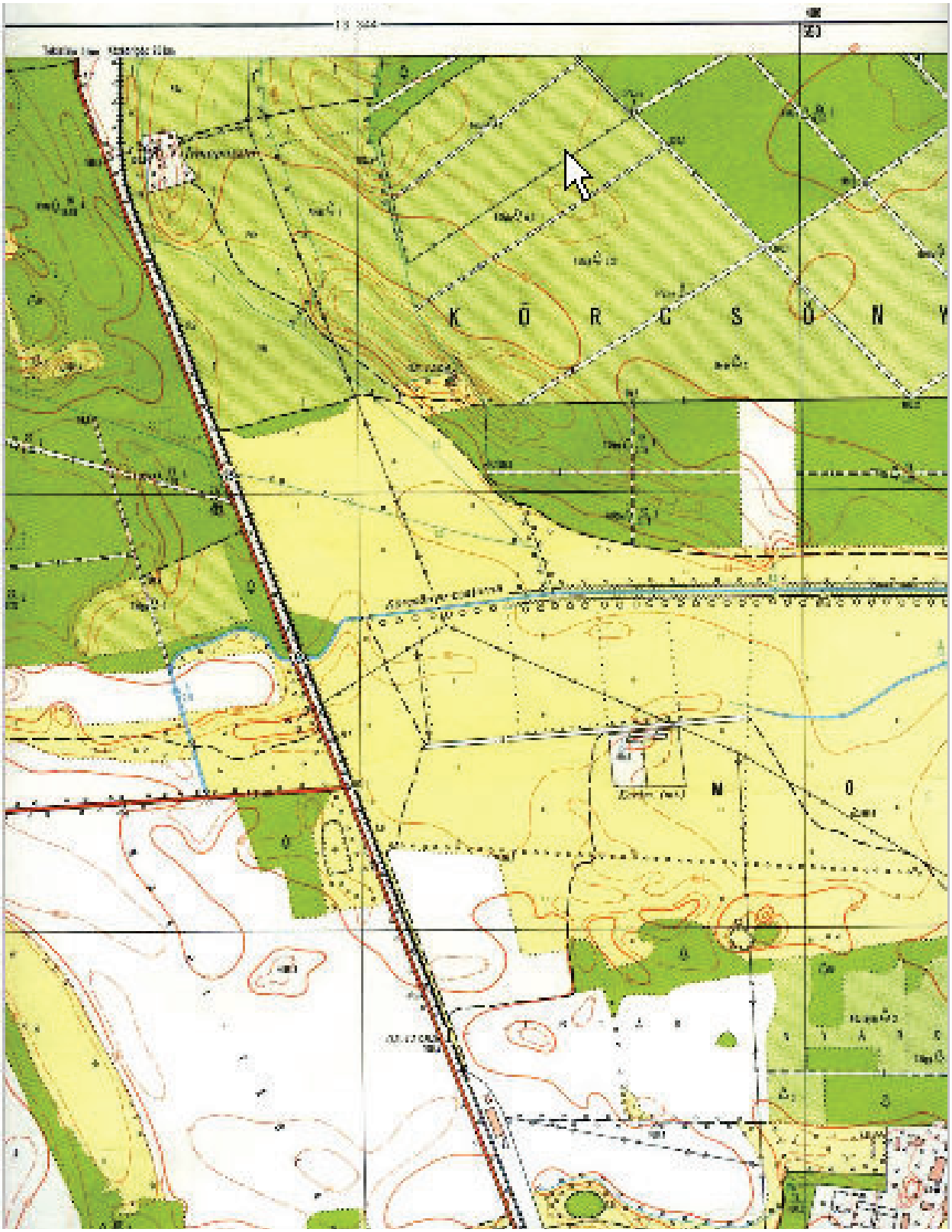
Ezeket a szelvényeket, attól függően, hogy az ország melyik részére esnek - két - vagy háromjegyű számmal jelöljük. A számjegy első része a szelvényt tartalmazó övnek, második része pedig a megfelelő sávnak a számát jelzi.

Az 1: 100.000 méretarányú szelvény negyedelésével az 1:50.000, annak továbbosztásával az 1:25.000 majd 1:10.000, 1:4.000, és 1:2.000 és 1:1.000 méretarányú szelvényeket kapjunk.

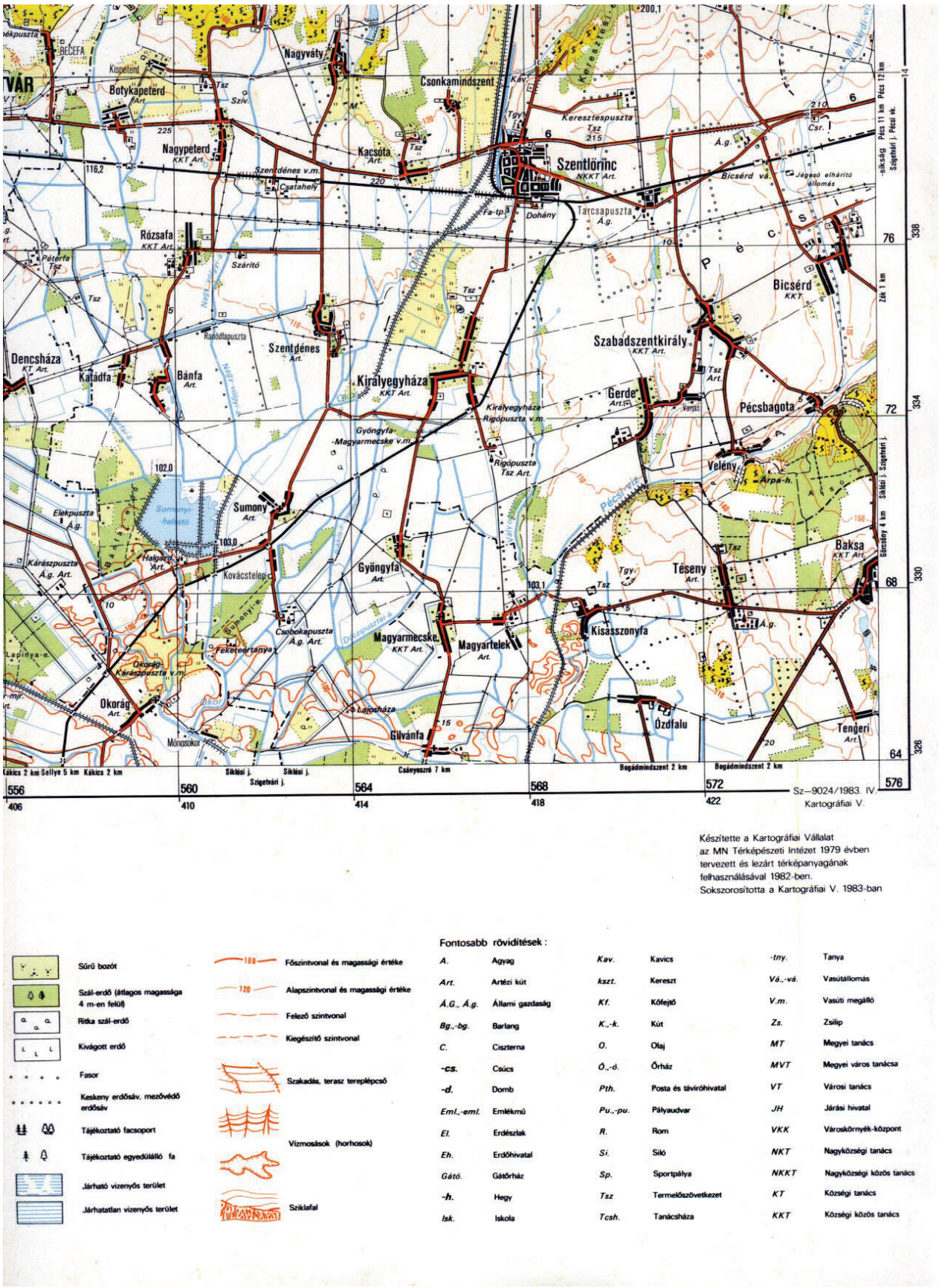


5.1.1 - 2. ábra: Az EOTR szelvényezése és számrendszere

M 1:100 000	65
M 1: 50 000	65 – 2
M 1: 25 000	65 – 42
M 1: 10 000	65 – 443



5.1.1 - 3. ábra: M=1:10 000 EOTR szelvény



5.1.1 - 4. ábra: M=1:100 000 EOTR szelvény jelkulcs részlettel

A méretaránysor tagjainak számozása a százezres szelvényből kiindulva a megfelelő negyedik sorszámainak egymás után írásával történik (5.1.1 - 2. ábra).

Bár az EOTR szelvényezés felöleli az 1:50.000 méretarányt is, jelenleg ilyen méretarányú EOTR térkép készítését nem tervezik.
Az EOTR 1:1.000 - 1:4.000 méretarányú térképei földmérési alaptérképek, az 1:10.000 méretarányúak földmérési átnézeti térképek (5.1.1 - 3. ábra) ill. topográfiai alaptérképek, az 1:25.000 és 1:100.000 méretarányú térképek levezetett topográfiai térképek (5.1.1 - 4. ábra).
Tartalmazzák az állandó módon megjelölt vízszintes és magassági alappontokat, építményeket, közlekedési hálózatot és távvezetékeket, folyó- és állóvizeket, műtárgyaikat, a jellemző növényzet ábrázolását, az államigazgatási helyneveket, a földrajzi neveket és egyéb meghatározott megírásokat; a domborzatot a szintvonalak és a jellemző tereppontok magasságának feltüntetésével.
Azokat a tereptárgyakat, melyek kiterjedése ezt lehetővé teszik, a térképek alaprajz szerint ábrázolják, azokat, amelyek így nem jelölhetők, összevontan ill. egyezményes jellel tüntetik fel.
A négy darab százezres szelvényből álló 1:200.000 méretarányú térképek földrajzi általános alaptérképek, biztosítják az egyes országrészek ill. nagyobb igazgatási egységek áttekintését és jó alapot adnak a tematikus térképek számára.
(Az 1:200.000 méretarányú térképek megyénkénti kiadásban is elkészültek.)
Az ún. polgári topográfiai térképek részletesen és egyenlő súllyal ábrázolják a földfelszín természetes valamint ember alkotta elemeit (vízrajz, utak, vasutak, vezetékek, növényzet, határok stb.), emellett utalnak az egyes települések közigazgatási rangjára is.
Az Egységes Országos Térképrendszerben (EOTR) készült topográfiai térképeket a Földmérési és Távérzékelési Intézet terjeszti (FÖMI Adat és Térképtári Osztály, 1149 Budapest, Bosnyák tér 5., Tel: 163 60 26 Fax: 252 79 18), az alábbiak szerint:

- 1:200.000-es topográfiai térkép
- 1:200.000-es munkatérkép domborzattal
- 1:200.000-es munkatérkép domborzat nélkül
- 1:100.000-es topográfiai térkép
- 1:100.000-es agrotopográfiai térkép
- 1:100.000-es munkatérkép domborzattal
- 1:100.000-es munkatérkép domborzat nélkül
- 1:25.000-es EOTR topográfiai térkép
- 1:25.000-es "hazai" topográfiai térkép
- 1:10.000-es EOTR topográfiai térkép
- 1:10.000-es "hazai" topográfiai térkép
- Az EOTR térképek áttekintő szelvénye (1:500.000)

Magyarország 1: 100.000 méretarányú agrotopográfiai térképe

Magyarországon a gazdaság fejlődésének egyik meghatározó tényezője a mezőgazdaság. A mezőgazdaság fejlesztésének lehetőségeit és korlátait elsősorban a természeti adottságok határozzák meg: az éghajlat és időjárás; a felszín alatti vízkészletek mennyisége és minősége; a domborzat; a talajviszonyok; és az ezeket növényi biomassza előállítására hasznosító biológiai erőforrások.

Az egyre nagyobb növényi hozamok elérésének előfeltétele a termesztett növények igényeit minél teljesebben kielégítő "termőhely" kialakítása. Ehhez a jelenlegi termőhelyi viszonyok valamint azok megváltoztathatóságának, szabályozhatóságának ismerete szükséges. Kutatási feladat annak megállapítása, hogy a termelést (illetve biomassza-produktumot) kialakító tényezők közül melyeket nem lehet befolyásolni, illetve melyeket lehet megváltoztatni, módosítani, és milyen beavatkozásokkal. További elemzés szükséges annak eldöntéséhez, hogy e beavatkozások közül az adott helyzetben melyek reálisak, melyek racionálisak és melyek gazdaságosak, továbbá azok megvalósítása milyen módszerekkel, technológiai variánsokkal a legeredményesebb és leghatékonyabb. Ezek az alternatívák képezik a korszerű, a belső és külső természeti és gazdasági körülményeknek leginkább megfelelő, azokhoz igazodó, gyors reagálásra képes adaptív mezőgazdaság egyik legfontosabb információbázisát. A területi alkalmazáshoz nélkülözhetetlenek a termőhelyi adottságokról készített térképi információk. Nélkülözhetetlenek ezek a racionális földhasználatot; a termőhelyi adottságok hatékony hasznosítását; a termőhelyi tényezők állagának védelmét, értékének megőrzését és fokozását (a légkör és a vízkészletek minőségvédelme; a talajtermékenység megőrzése és fokozása; természeti okok vagy emberi tevékenység hatására bekövetkező talajdegradációs folyamatok megelőzése, kiküszöbölése, vagy bizonyos tűrési határig történő mérséklése stb.) biztosítani hivatott intézkedések tervezésének és kivitelezésének különböző szintjein és fázisaiban is.

Az ez irányú országos és regionális igények kielégítésére kezdtük meg 1983-ban az 1:100.000 méretarányú, ún. "agrotopgráfiai térképek" szerkesztését, majd 1985-től kezdve nyomtatott formában történő megjelentetését. A Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium Földügyi és Térképészeti Hivatala (MÉM FTH) kiadásában megjelenő térkép egyik alapja a Kartográfiai Vállalat Egységes Országos Térképrendszerben (EOTR) megszerkesztett 1:100.000 méretarányú topográfiai térképe, a másik pedig a Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezőkről Várallyay, Szűcs, Rajkai, Zilahy és Murányi által 1979-ben, a Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézetében megszerkesztett 1:100.000 méretarányú térkép, amelyről a szerkesztők több közleményben is részletesen beszámoltak.

Az agrotográfiai térkép ténylegesen multidiszciplináris adatbázis. Legnagyobb előnye éppen az, hogy egyszerűen áttekinthető és könnyen kezelhető, a gazdag topográfiai alapon területileg pontosan beazonosítható formában, egy térképlapon tünteti fel a terület éghajlatára, domborzatára, növényzetére (művelési ágaira), felszíni vizeire és talajviszonyaira vonatkozó sokoldalú információit. Ezzel a felhasználó munkáját nagyban megkönnyíti, hisz különböző - nem is mindig könnyen és egyszerűen

hozzáférhető - adatforrások felkutatásának, majd a különböző vetületű, méretarányú, részletességű és pontosságú térképek területi illesztésének időigényes, fáradságos munkáját mentesíti. A különböző tényezők egyidejű láthatósága minden eddiginél jobb lehetőséget nyújt a köztük levő (vagy feltételezhető) összefüggések elemzésére (vagy feltárására), a tematikus térképek helyesbítésére, pontosítására.

Az alapot képező 1:100.000 méretarányú EOTR topográfiai térkép a különböző regionális tervezési feladatokhoz megfelelő pontossággal ábrázolja a terep síkrajzi, vízrajzi és domborzati viszonyait. Ábrázolásmódja lehetővé teszi az egy-egy 32x48 cm-es méretű szelvényen ábrázolt 1536 négyzetkilométernyi terület gyors áttekintését, értékelését. Az egyezményes jelekkel feltüntetett vonatkozási pontokon, felszíni vízhálózaton, vonalas létesítményeken és településeken kívül feltünteti:

- a növényzetet (szántó; rizs; komló; egyéb, bokros jellegű ipari növény; szőlő; füves terület; sás és nád; gyümölcsös; fiatal erdő; sűrű bozót; szálerdő; ritka szálerdő; kivágott erdő; fasor; erdősáv; tájékoztató facsoport; járható vizenyős terület; járhatatlan vizenyős terület) és
- a domborzatot (főszintvonalak 100, alapszintvonalak 20, felező szintvonalak 10, kiegészítő szintvonalak 5 méterenként, tereplépcsők, vízmosások, sziklafal) is.

A talajviszonyokat vastag - és minden mástól jól elütő - kontúrral elhatárolt foltba írt 10-jegyű kódszámmal tüntettük fel a térképen. A "Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők" 1:100.000 méretarányú térképen 8-jegyű kódszámmal kifejezett 7 talajtényezőt kiegészítettük a talajok agyagásvány-összetételét, továbbá a "talaj értékszámot" kifejező további két kódszámmal - a térképek iránti igény előzetes felmérése alapján. A talajok agyagásvány-összetételének térképét Stefanovits és munkatársai szerkesztették meg 1984-1985-ben. A talaj értékszámot "Magyarország tervezési-gazdasági körzetei" c. atlasz 1:500.000 méretarányú "Talajminőség" térképének figyelembevételével (Máté és Szűcs munkája) adták meg, Fórizsné, Máté és Stefanovits talajminősítési módszere szerint.

A 10-jegyű kódszámmal az alábbi 9 talaj jellemzőt fejezték ki (5.1.1 - 5. ábra):

1. és 2. számjegy: A talaj típusa és altípusa

01 Köves és földes kopáros;
02 Futóhomokok;
03 Humuszos homoktalajok;
04 Rendzina talajok;
05 Erubáz talajok, nyiroktalajok;
06 Savanyú, nem podzolos barna erdőtalajok;
07 Agyagbemosódásos barna erdőtalajok;
08 Pszeudoglejes barna erdőtalajok;
09 Barnaföldek (Ramann-féle barna erdőtalajok);
10 Kovárványos barna erdőtalajok;

11 Csernozjom barna erdőtalajok;
12 Csernozjom jellegű homoktalajok;
13 Mészlepedékes csernozjomok;
14 Alföldi mészlepedékes csernozjomok;
15 Mélyben sós, alföldi mészlepedékes csernozjomok;
16 Réti csernozjomok;
17 Mélyben sós réti csernozjomok;
18 Mélyben szolonyeces réti csernozjomok;
19 Terasz csernozjomok;
20 Szoloncsákok;
21 Szoloncsák-szolonyecek:
22 Réti szolonyecek:
23 Sztyeppesedő réti szolonyecek;
24 Szolonyeces réti talajok;
25 Réti talajok;
26 Réti öntéstalajok;
27 Lápos réti talajok;
28 Síkláptalajok;
29 Lecsapolt és telkesített síkláptalajok;
30 Mocsári erdők talajai;
31 Fiatal, nyers öntéstalajok.

3. számjegy: Talajképző kőzet

1. Glaciális és alluviális üledékek;
2. Löszös üledékek;
3. Harmadkori és idősebb üledékek;
4. Nyirok;
5. Mészkő, dolomit;
6. Homokkő;
7. Agyagpala, fillit;
8. Gránit, porfirit;
9. Andezit, bazalt, riolit.

4. számjegy: Fizikai talajféleség

1. Homok;
2. Homokos vályog;
3. Vályog;
4. Agyagos vályog;
5. Agyag;
6. Tőzeg, kotu;
7. Nem, vagy részben mállott durva vázrészek.

5. számjegy: Agyagásvány-összetétel

A betűjelek magyarázata:

K= klorit és kevés kaolinit;

I= csillámszerű agyagásványok (illit);

Sz= szmektitek;

V= vermikulit;

IK, ISz és IV= vegyes rácsú ásványok

9 Egyéb

0 Láp, ill. nincs adat

6. számjegy: A talaj vízgazdálkodási tulajdonságai

1 Igen nagy víznyelésű és vízvezető képességű, gyenge vízraktározó képességű, igen gyenge víztartó talajok;

2 Nagy víznyelésű és vízvezető képességű, közepes vízraktározó képességű, gyengén víztartó talajok;

3 Jó víznyelésű és vízvezető képességű, jó vízraktározó képességű, jó víztartó talajok;

4 Közepes víznyelésű és vízvezető képességű, nagy vízraktározó képességű, jó víztartó talajok;

5 Közepes víznyelésű és gyenge vízvezető képességű, nagy vízraktározó képességű, erősen víztartó talajok;

6 Gyenge víznyelésű, igen gyenge vízvezető képességű, erősen víztartó, kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok;

7 Igen gyenge víznyelésű, szélsőségesen gyenge vízvezető képességű, igen erősen víztartó, igen kedvezőtlen, szélsőséges vízgazdálkodású talajok;

8 Jó víznyelésű és vízvezető képességű, igen nagy vízraktározó és víztartó képességű talajok;

9 Sekély termőrétegűség miatt szélsőséges vízgazdálkodású talajok.

7. számjegy: A talaj kémhatása és mészállapota

1 Erősen savanyú talajok;

2 Gyengén savanyú talajok;

3 Felszíntől karbonátos talajok;

4 Nem felszíntől karmonátos szikes talajok;

5 Felszíntől karbonátos szikes talajok.

8. számjegy: Szervesanyagkészlet (tonna/hektár)

1 < 50;

2 50-100;

3 100-200;

4 200-300;

5 300-400;

6 >400.

9. számjegy: Termőréteg vastagsága (kő, kavics, stb.)

1 < 20 cm;
2 20- 40 cm;
3 40- 70 cm;
4 70-100 cm;
5 >100 cm.

10. számjegy: Talajértékszám (A talajértékszám a különböző talajok természetes termékenységét fejezi ki a legtermékenyebb talaj termékenységének százalékában.)

1 100-90;
2 90-80;
3 80-70;
4 70-60;
5 60-50;
6 50-40;
7 40-30;
8 30-20;
9 20-10;
0 10- 0;

A térkép (a méretarány által meghatározott részletességgel és pontossággal) gyakorlatilag valamennyi fontosabb talajtulajdonságról - közvetlenül vagy közvetve - információt nyújt. A térképen feltüntetett tényezők alapján ugyanis következtethetünk például:

- a talaj vízháztartására, tápanyagforgalmára;
- a talaj termékenységét,a növény víz- és tápanyagfelvételét meghatározó (esetleg akadályozó) tényezőkre, azok okaira, befolyásolási, szabályozási lehetőségeikre;
- az intenzív talajhasználat várható következményeire, a káros degradációs folyamatok megelőzésének feltételeire;
- a talaj bizonyos stresszhatásokkal szembeni "tűrőképességére" stb.

Az agrotopográfiai térkép oldalán feltüntetett ábrasorozat a terület meteorológiai adottságairól tájékoztat az Országos Meteorológiai Szolgálat Központi Meteorológiai Intézetének 1951-1980. évekre vonatkozó adatai alapján (5.1.1 - 6. ábra).

Miniatűr térképvázlaton:
- az évi középhőmérsékletet;
- az évi átlagos legalacsonyabb hőmérsékletet;
- az évi átlagos legmagasabb hőmérsékletet;
- az évi csapadék átlagos mennyiségét;
- a hőségnapok számát;

- a fagyos napok számát;
- az első fagyos nap átlagos időpontját;

diagramokon pedig:

- a középhőmérséklet havi megoszlását;
- a csapadék mennyiségének havi megoszlását;
- a napsütéses órák számának havi megoszlását;
- az evapotranszspiráció havi megoszlását és
- a szélirányok százalékos évi gyakoriságát

mutatja be a térkép.

Az 1:100.000 méretarányú agrotopográfiai térkép a termőhelyi adottságokat meghatározó tényezők szinte teljes körének ábrázolásával igen sokoldalú információt nyújt:

- a területhasználat, a művelési ágak és a vetésszerkezet adott viszonyok közötti racionális megválasztásához, az ökológiai adottságokhoz a jelenleginél jobban igazodó termőtájak kialakításához;
- a termőhelyi feltételek optimalizálására, a talajtermékenység megőrzésére és fokozására irányuló meliorációs és agrotechnikai beavatkozások (korszerű vízháztartás-szabályozás: hatékonyabb csapadékhasznosítás, vízrendezés, öntözés; talajjavítás; víz- és szélerózió elleni talajvédelem; talajművelés; racionálisan optimális tápanyagellátás stb.) lehetőségeinek, gazdaságosságának, időbeni ütemezésének elbírálásához, tervezéséhez, ellenőrzéséhez.

Mint ilyen, alapul szolgálhat az ország és regionális mezőgazdaság-fejlesztési, táj- és településfejlesztési tervek, a nagytérségi komplex meliorációs program, a vízgazdálkodási keretterv elkészítésénél, majd megvalósításánál, a földvédelmi és környezetvédelmi jogszabályok előírásainak betartásánál és betartatásánál (pl. a nem növénytermesztésre történő földhasználat alternatív variánsai közötti döntéseknél). De eredményesen használhatják ezt a térképet a tudomány és népgazdaság számos további területén (pl. a táj tipológia rendszerének kialakításánál, a szakoktatásban stb.) is.

5.1.1 - 5. ábra: M=1:100 000 agrotopográfiai szelvény a termőhelyi talajadottságokkal

5.1.1 - 6. ábra: M=1:100 000 agrotopográfiai szelvény a meteorológiai adottságokkal

Katonai topográfiai térképek (Gauss-Krüger rendszerű térképművek)

Magyarországon 1950-től a topográfiai térképek a fő vetületéről elnevezett Gauss-Krüger térképrendszerben készültek ill. készülnek részben ma is.
Szelvényezésük a nemzetközi szelvényezés, mely szerint az egymilliós térképszelvény háromféleképpen osztható tovább:
4 db 3^ox2^o kiterjedésű 1:500.000 méretarányú szelvényre. A szelvények jelölése A, B, C, D betűkkel történik..

A nemzetközi egymilliós világtérképmű 1:500.000 méretarányú szelvényeinek származtatása

36 db 1^ox40' kiterjedésű 1:200.000 méretarányú szelvényre. A szelvény jelölés I.-XXXVI-ig római számokkal történik.

A nemzetközi egymilliós világtérképmű 1:200.000 méretarányú szelvényeinek származtatása

144 db 30'x20' kiterjedésű 1:100.000 méretarányú szelvényre. A szelvények jelölése 1-144-ig arab számokkal történik.

A nemzetközi egymilliós világtérképmű 1:100.000 méretarányú szelvényeinek származtatása

A százezres szelvény négy részre osztásával az ötvenezres, annak negyedelésével a huszonötezres szelvényhez jutunk. További negyedelésekkel kapjuk az 1:10.000 és 1:5.000 méretarányú szelvényeket.

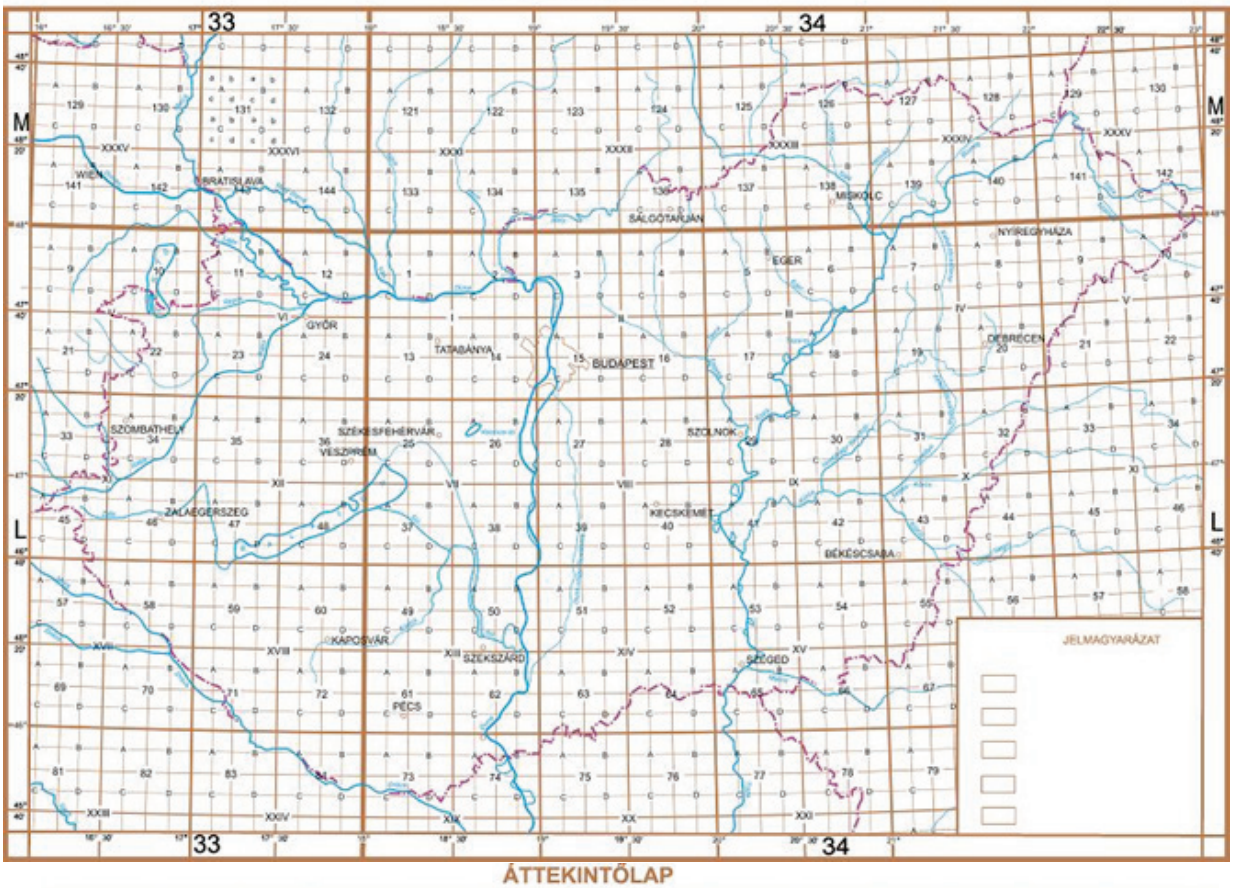
A Gauss-Krüger vetületű százezres térképek szelvényezése

Ebben a szelvényezésben készültek az 1:25.000 - 1:1.000.000 méretarányú magyar katonai topográfiai térképművek.
Az 1:100.000éa 1:10.000 méretarányú Gauss-Krüger rendszerű polgári topográfiai térképet a hatvanas évek első felétől sztereografikus vetületben adták ki. Egyúttal bevezetésre került az úgynevezett hazai szelvényezés, ahol a szelvények jelölését a nemzetközihez képest egyszerűsítették. A százezres szelvények jelölése "sor-oszlop" sorszám szerint történt. Az ismétlődő negyedeléssel kialakított nagyobb méretarányú szelvényeket a negyedik sorszámával jelölték(8-10. ábra).

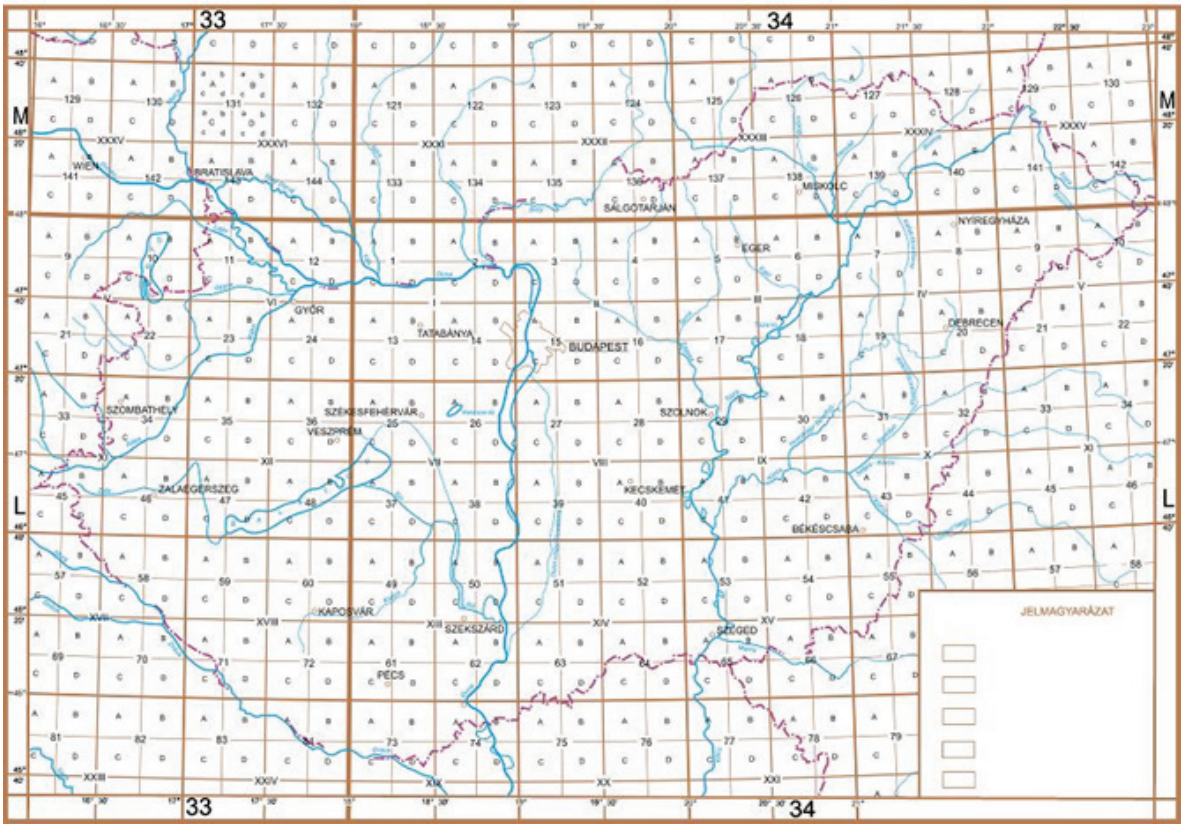
A hazai szelvényezés

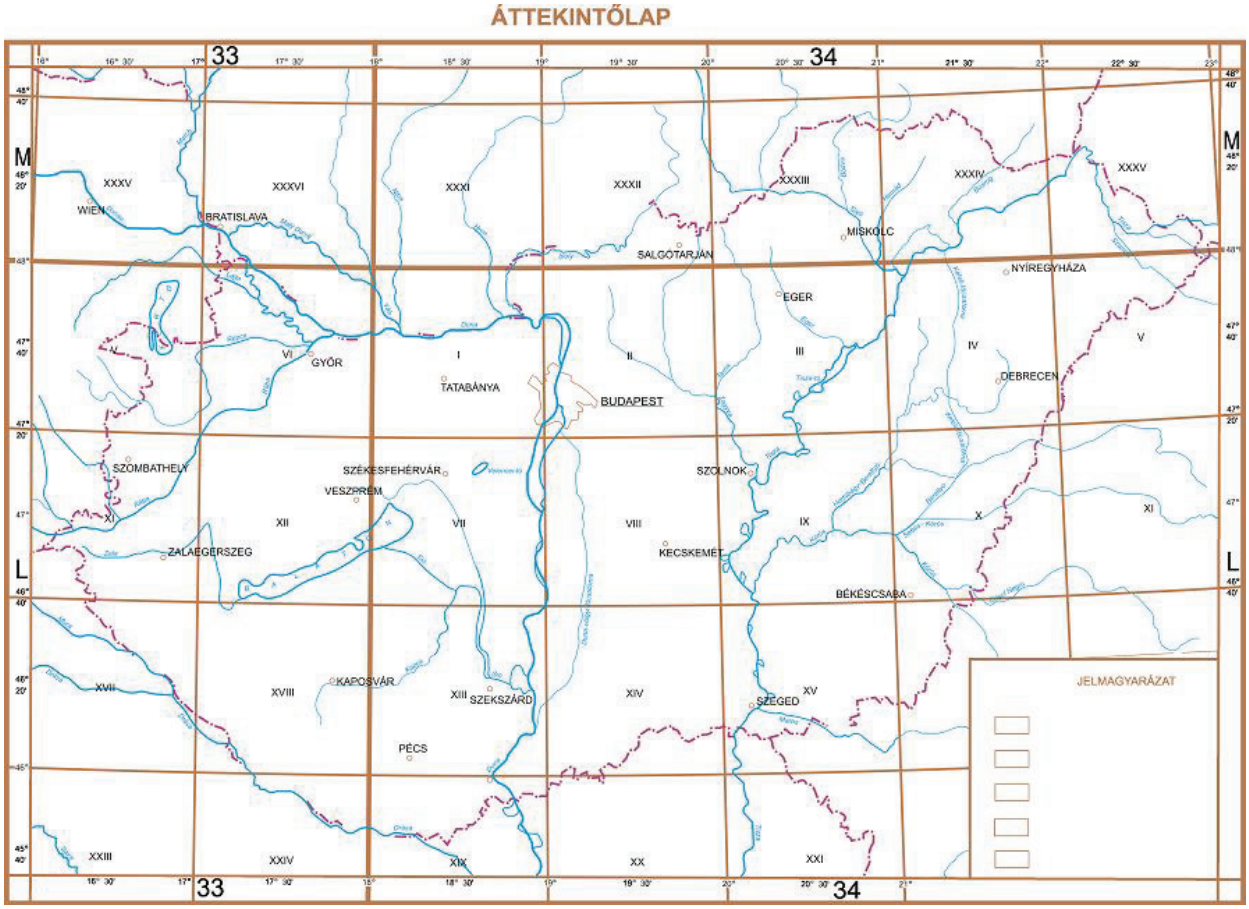
Megjelent még egy 1:25.000 méretarányú polgári topográfiai térképmű is, vetület feltüntetése nélkül.

ÁTTEKINTŐLAP



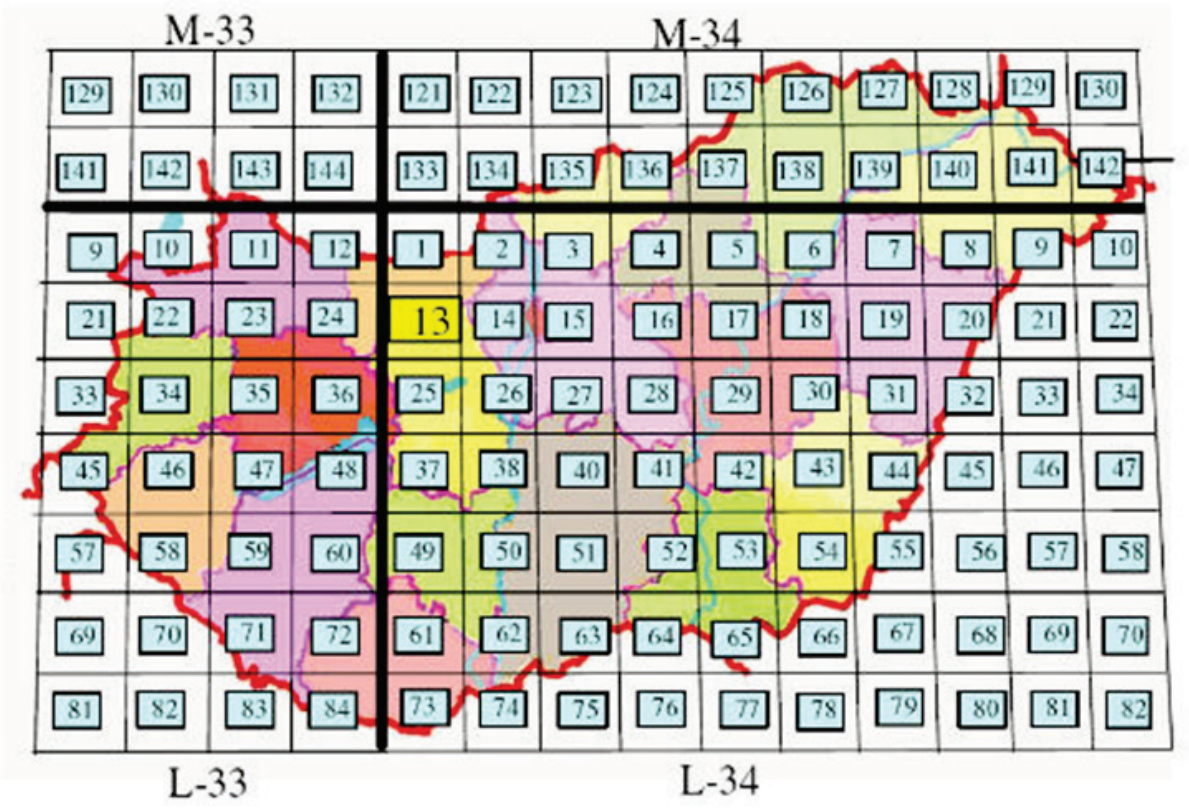
ÁTTEKINTŐLAP



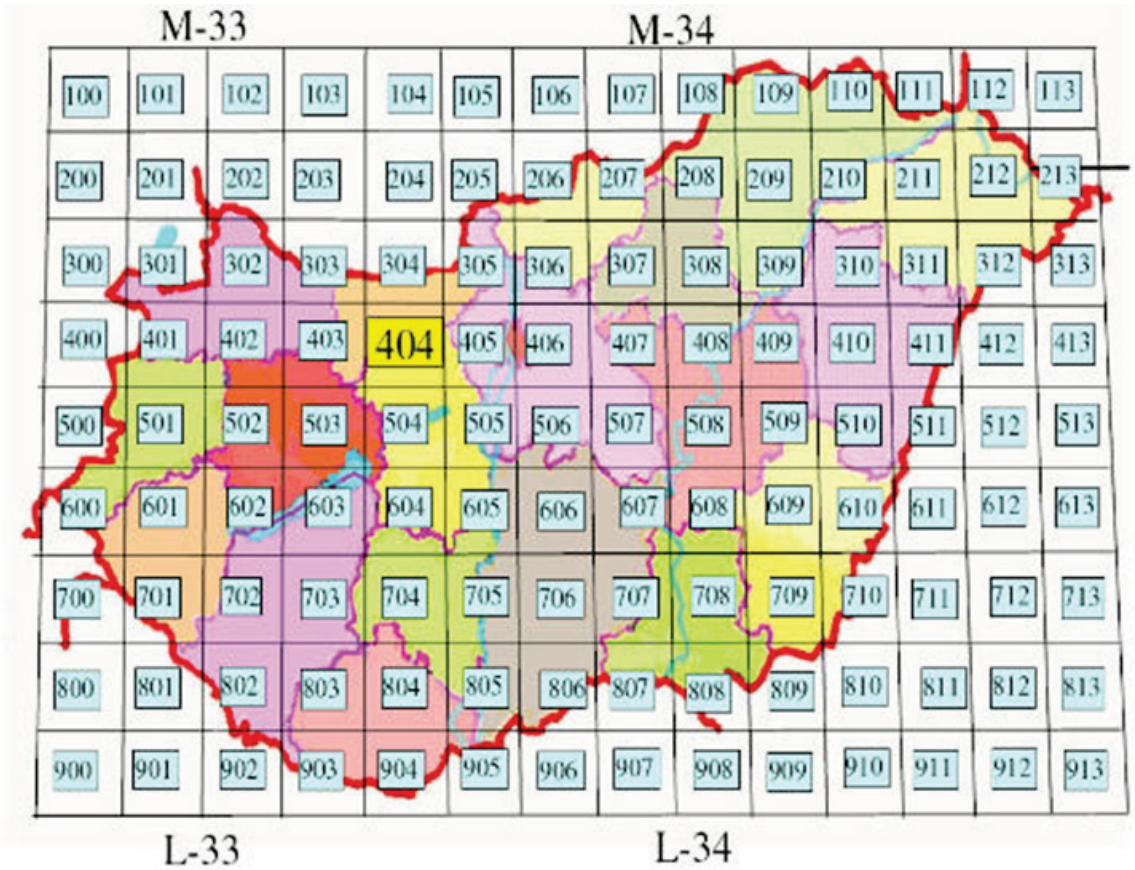


5.1.1 - 7. ábra: A Gauss-Krüger vetület szelvénybeosztása (M=1:25-50-100-200000)

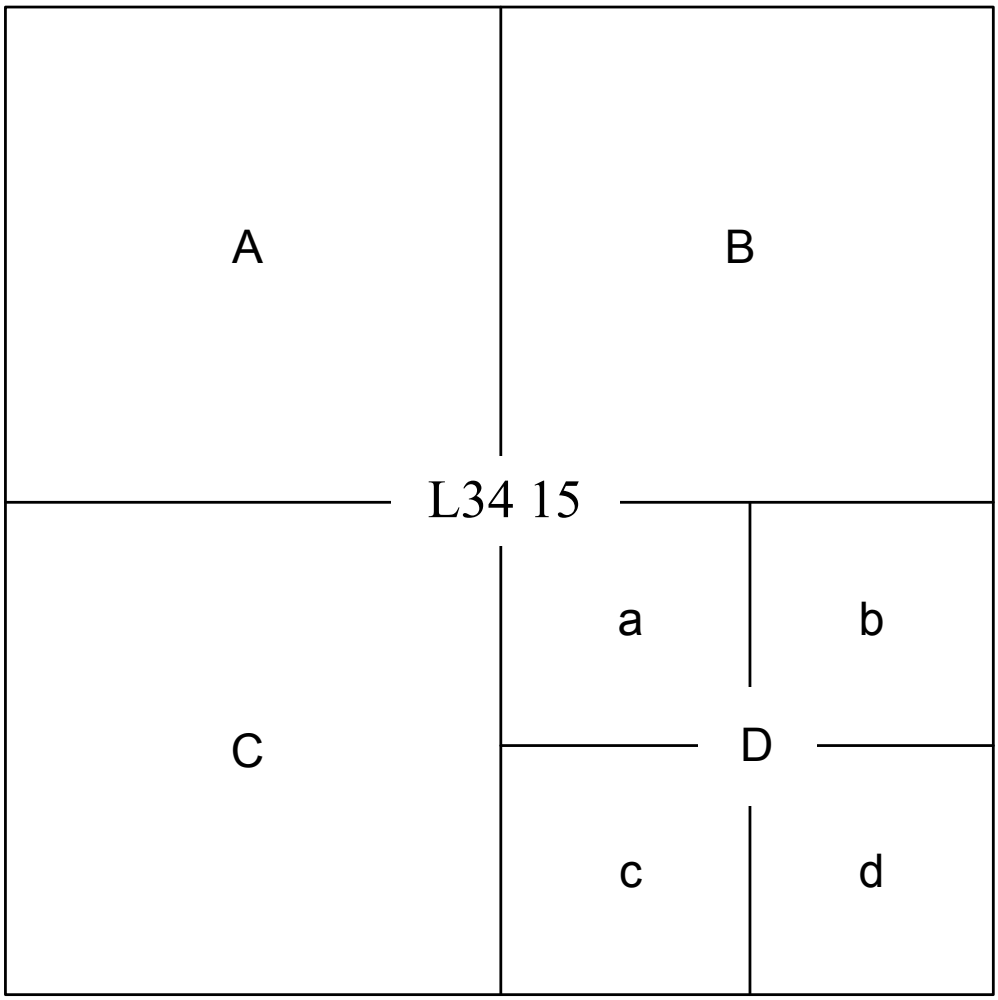
A Magyar Honvédség topográfiai térképei a nemzetközileg ismert Gauss-Krüger vetületben készültek és mind a négy méretarányban (1:25-50-100-200.000) lefedik az ország teljes területét, valamint ábrázolják a szelvényekre eső külföldi területeket is (7.ábra). Az 1:50.000-es sorozat különösen alkalmas mind a gyalogos, mind pedig a kerékpáros turistáknak azokon a területeken, amelyeken nincsenek részletes turistatérképek. A sorozatot 1:500.000-es és 1:1.000.000 méretarányú áttekintő térképek, valamint 1:10-15.000-es várostérképek egészítik ki.



a)



b)



5.1.1 -8. ábra: Az 1:100 000 méretarányú Gauss-Krüger szelvények nemzetközi és magyar polgári célú jelölése (Bácsatyai)

	szelvények száma
1:1.000.000	6 db
1:500.000	9 db
1:200.000	28 db
1:100.000	92 db
1:50.000	319 db
1:25.000	1 164 db
várostérkép	
jelkulcsfüzet	

Katonai topográfiai várostérképek

M = 1:10.000 egylapos

Baja

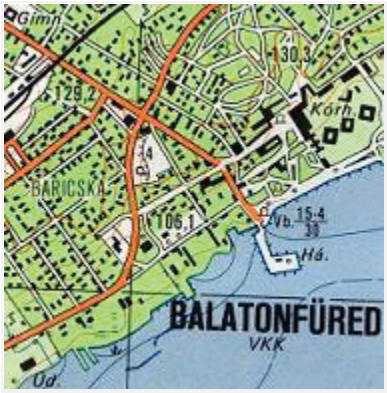
Békéscsaba

Cegléd

Csongrád

Dorog
Dunaföldvár-Solt
Dunaújváros
Eger
Esztergom
Gyöngyös
Győr
Kaposvár
Kazincbarcika
Kiskunfélegyháza
Komárom
Kőszeg
Marcali
Mosonmagyaróvár
Nagykanizsa
Nyíregyháza
Pécs
Pápa
Sopron
Szeged
Szekszárd
Szentendre
Szolnok
Szombathely
Tapolca
Tata
Tatabánya
Törökszentmiklós
Veszprém
Várpalota
Zalaegerszeg

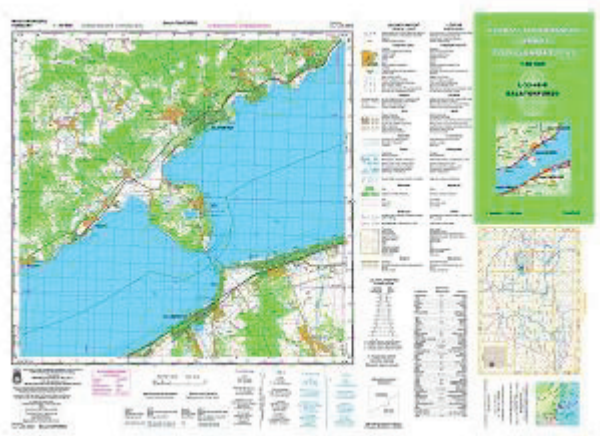
Székesfehérvár 1:10.000	2 lapos
Debrecen 1:10.000	2 lapos
Kecskemét 1:10.000	2 lapos
Budapest 1:15.000	6 lapos
Miskolc 1:15.000	1 lapos



SZELVÉNY VÁLASZTÁS

1:25.000 állami topográfiai térkép Ívben - Magyarországot 1166 szelvény fedi le

Bruttó ár: 700 Ft / szelvény



SZELVÉNY VÁLASZTÁS

1:50.000 állami topográfiai térkép Új kiadás. Hajtva / ívben - Magyarországot 319 szelvény fedi le. Az új kiadású topográfiai térkép a WGS-84 (World Geodetic System) ellipszoidon számított UTM (Universal Transverse Mercator) vetületi rendszerben készült, amely felváltotta a korábbi kiadású katonai térképek Gauss-Krüger rendszerét.

Bruttó ár: 750 Ft / szelvény

SZELVÉNY VÁLASZTÁS

1:50.000 állami topográfiai térkép Ívben - Magyarországot 319 szelvény fedi le

Bruttó ár: 700 Ft / szelvény

SZELVÉNY VÁLASZTÁS

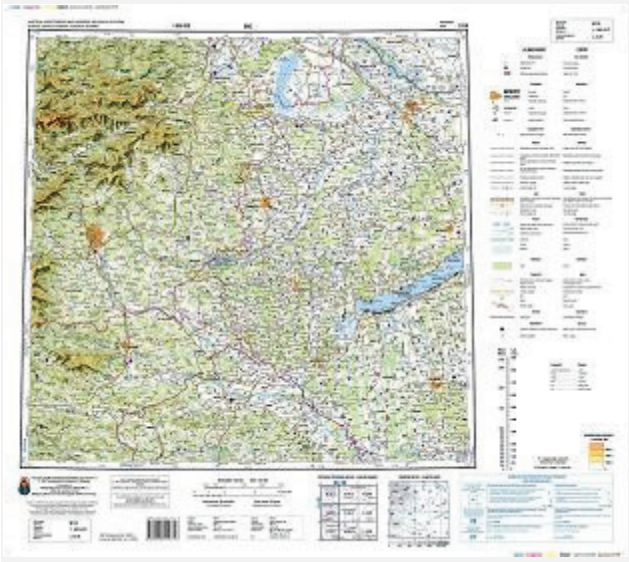
1:100.000 állami topográfiai térkép
Ívben - Magyarországot 92 szelvény fedi le

Bruttó ár: 700 Ft / szelvény

SZELVÉNY VÁLASZTÁS

1:200.000 állami topográfiai térkép
Ívben - Magyarországot 28 szelvény fedi le

Bruttó ár: 700 Ft / szelvény



1:500.000 katonai topográfiai térkép
Ívben - Magyarországot 9 szelvény fedi le

Bruttó ár: Egyedi megrendelésre, szelvényenként és egészben is értékesítjük.

1:1.000.000 katonai topográfiai térkép
Ívben - Magyarországot 6 szelvény fedi le

Bruttó ár: Egyedi megrendelésre, szelvényenként és egészben is értékesítjük.

5.1.1 - 9. ábra: Részlet az MH Térképész Szolgálat honlapjáról (topográfiai térképek)

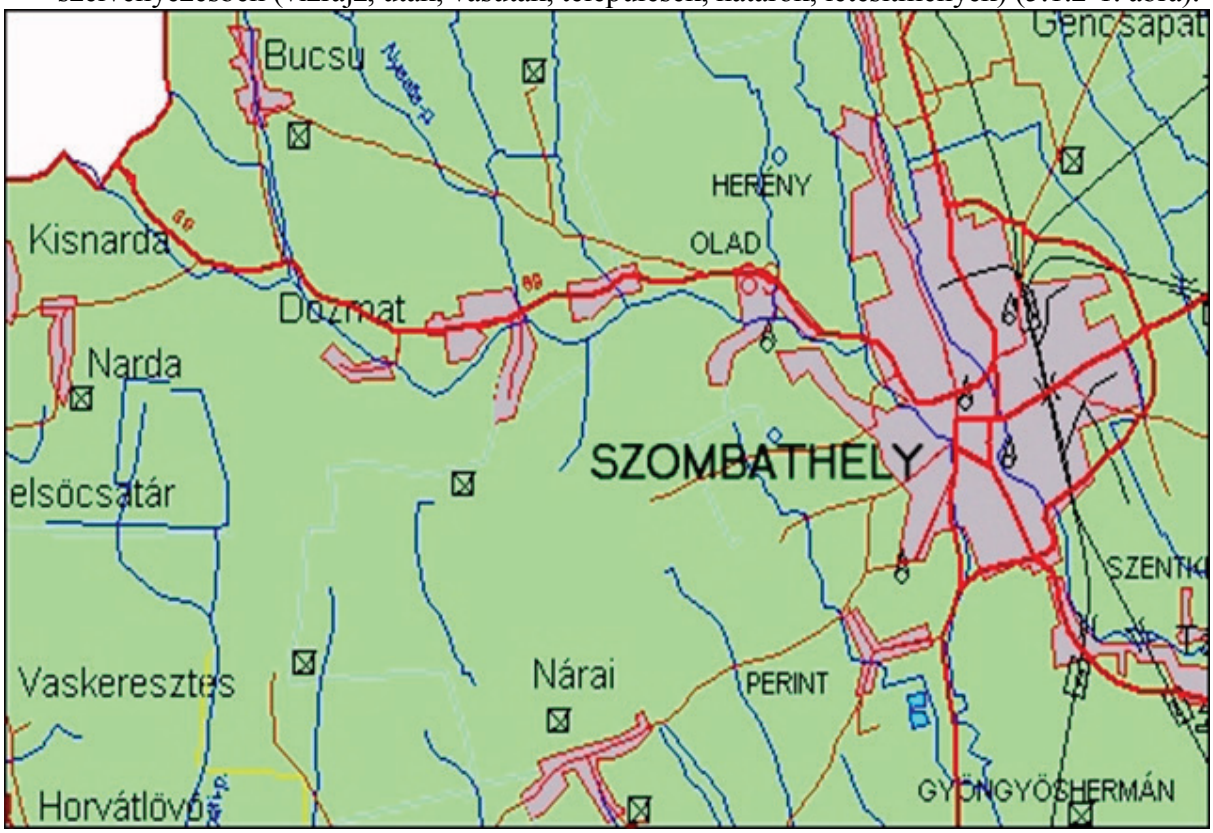
5.1.2 A térbeli vonatkozású rendszerek digitális térképi adatai

5.1.2.1. ORSZÁGOS TÉRINFORMATIKAI ADATBÁZIS (OTAB)

DXF (AutoCAD), .MMI(MapInfo)

ÉS .DGN (Intergraph) FORMÁTUMBAN (GEOMETRIA)

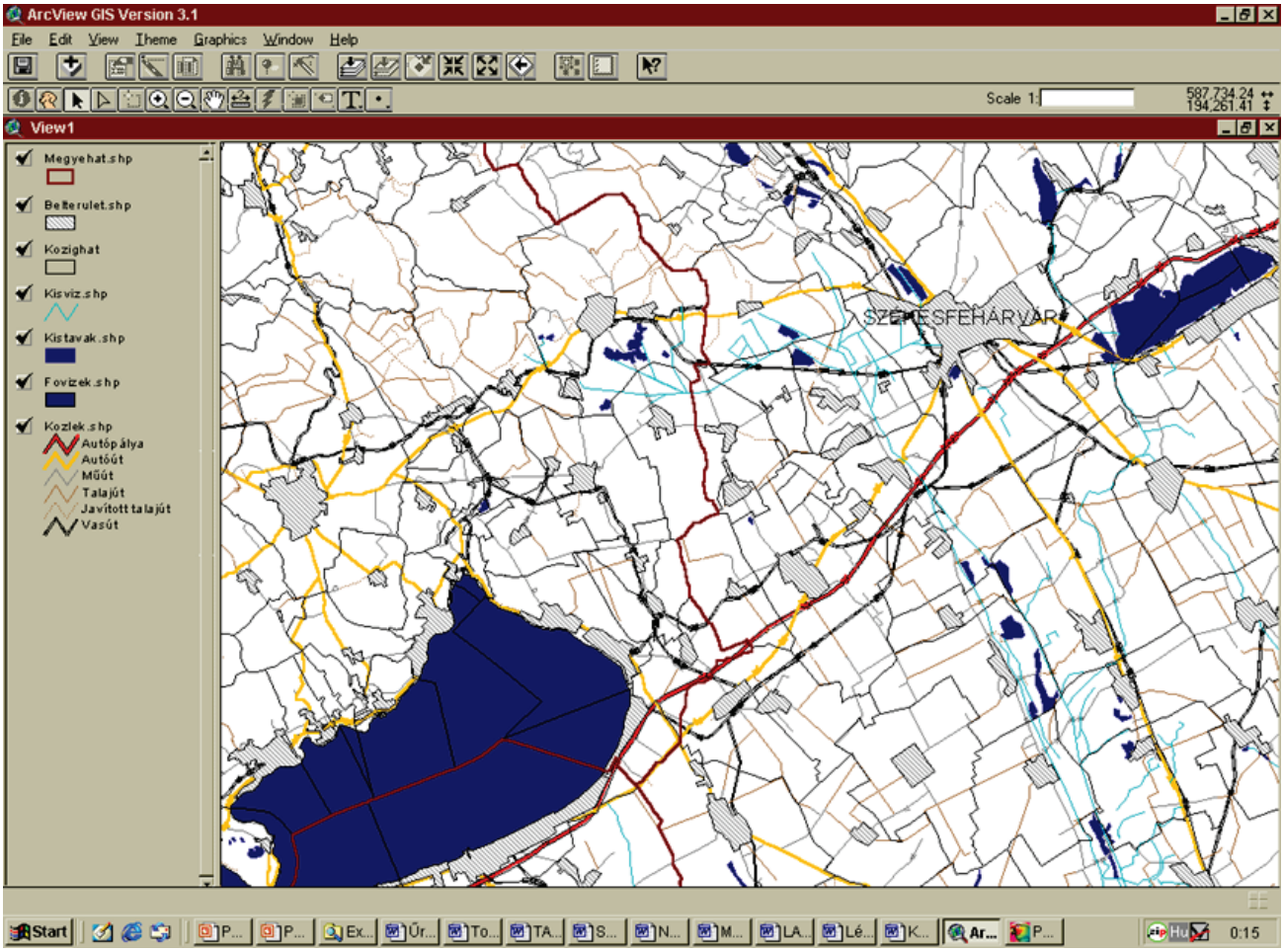
OTAB 1. részletes szint:1:100.000-250.000-es térképek háttérbázisa EOTR szelvényezésben (vízrajz, utak, vasutak, települések, határok, létesítmények) (5.1.2-1. ábra).



5.1.2-1. ábra: Részlet az Országos Térinformatikai adatbázisból I.

•vízrajz (patakok, folyók, csatornák,tavak, víztározók, kutak, források),
•közlekedés (normál és keskenyvágányú vasutak, autópályák, műutak, talaj utak, javított talaj utak, hidak, kompok),
•települések (KSH által nyilvántartott települések, egyéb),
•létesítmények (ipari, mezőgazdasági, egyéb),
•határok (állam, megye, város, külterület, egyéb)

OTAB 1. részletes szint kiegészítő: erdők, természetvédelmi területek
OTAB 2. áttekintő szint: 1:500.000- 1:1.000.000 méretarányú térképek háttéradatbázisa (vízrajz, főutak, települések, határok) (5.1.2-2. ábra).
OTAB 3. szemléltető szint: 1:1-2.000.000 méretarányú térképek háttérbázisa (vízrajz, elsőrendű utak, vasúti fővonalak, városok, nagyközségek, államhatár, megyehatár)



5.1.2.-2. ábra: Részlet az Országos Térinformatikai adatbázisból II.

5.1.2.2. CORINE Land Cover, Magyarország Felszínborítási adatbázisa

A CORINE (Coordination of Information on the Environment) az egységesedő Európa környezeti információs rendszere. Az Európai Unióhoz való csatlakozás részeként az un. "harmonizáció" során mintául szolgálhat a hazai környezeti informatika számára is.

A CORINE rendszer alapelemeit 1985 és 1990 között hozták létre Nyugat-Európában, mely az alábbi - csak lazán kapcsolódó - alrendszerekből épül fel, (EEA-TF 1994):

- földrajzi háttér adatok,
- levegő adatok,
- földfelszíni adatok,
- természetvédelmi adatok,
- víz adatok,
- társadalmi-gazdasági adatok (az EU statisztikai hivatala adatait átvéve).

A CORINE információs rendszer üzemeltetése és használata a Koppenhágában működő Európai Környezeti Ügynökség (EEA = European Environmental Agency) feladata. Közép és Kelet-Európa országai számára - a politikai változásokat követően - 1992-ben vált lehetővé a programba való bekapcsolódás. A Phare Regionális Környezeti Program keretében a három legfontosabbnak tekintett adatbázist hazánkban is létrehozták:

- biotóp (Biotops): MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót;
- légköri emisszió (Corinair): Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest;
- Felszínborítás (Land Cover): Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI), Budapest (Büttner, 1996b).

A FÖMI felszínborítási adatbázisának előállítása űrfelvételek számítógéppel segített vizuális interpretációjával történt (13. ábra). Az űrfelvételek értelmezéséhez alapvető a kiegészítő adatok (elsősorban topográfiai térképek és légifényképek használata. Az űrfelvételek szerepe az, hogy a topográfiai térképekhez képest a felszín aktuálisabb állapotát tükrözik. A feldolgozás fontos eleme volt a terepbejárás, mind a problémás esetek tisztázása, mind az általános ellenőrzés szempontjából. Európa felszínborításának jellemzésére standard módszertant dolgoztak ki (European Commission 1994). Ennek része a 44 osztályt tartalmazó nómenklatúra. A három szintes szerkezetben definiált 44 osztály az alábbi öt fő csoportba tartozik:

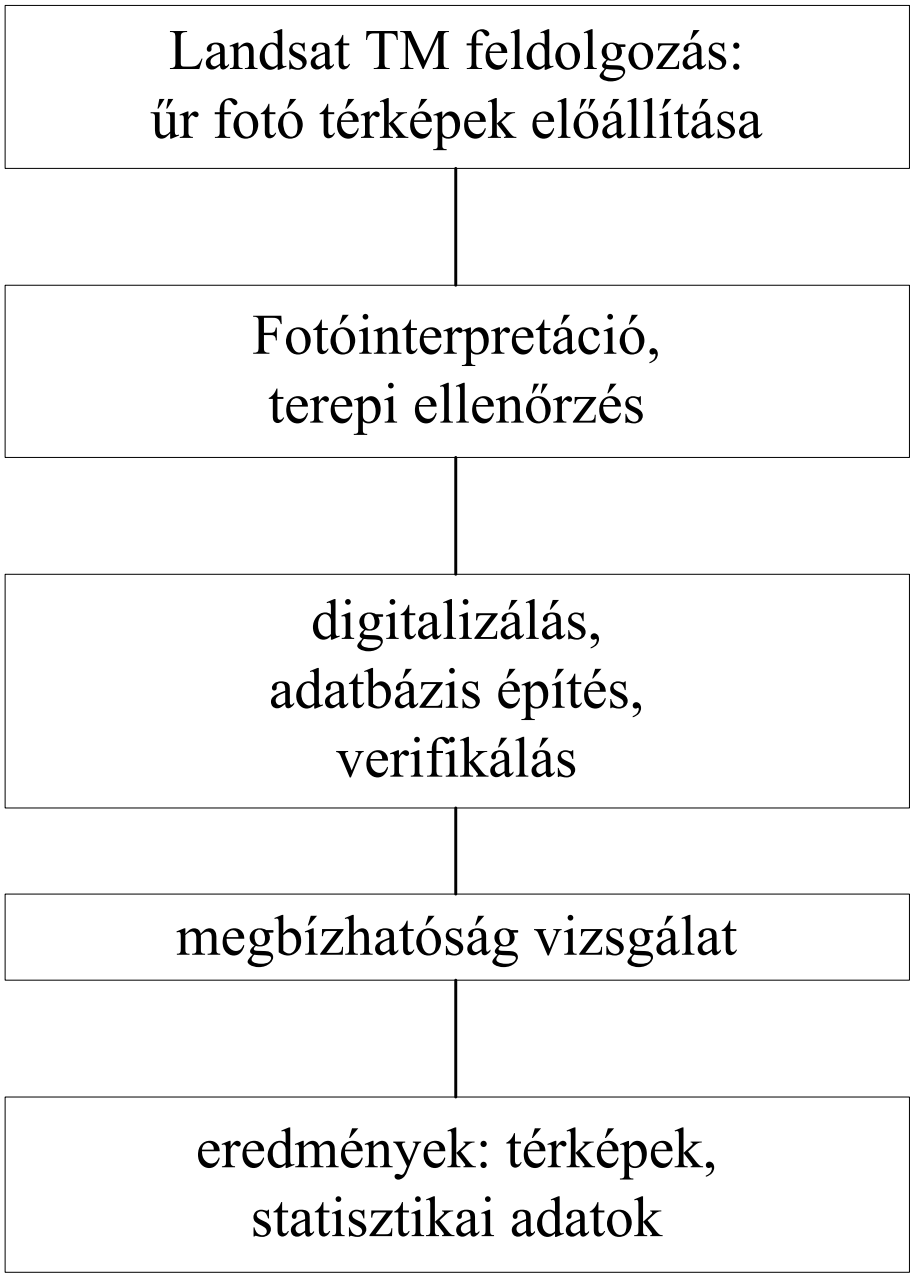
(1) mesterséges felszínek
(2) mezőgazdasági területek
(3) erdők és közel-természetes területek
(4) vizenyős területek
(5) vizek

(Forgalmazza: FÖMI , T: 2225101 Csató Éva)

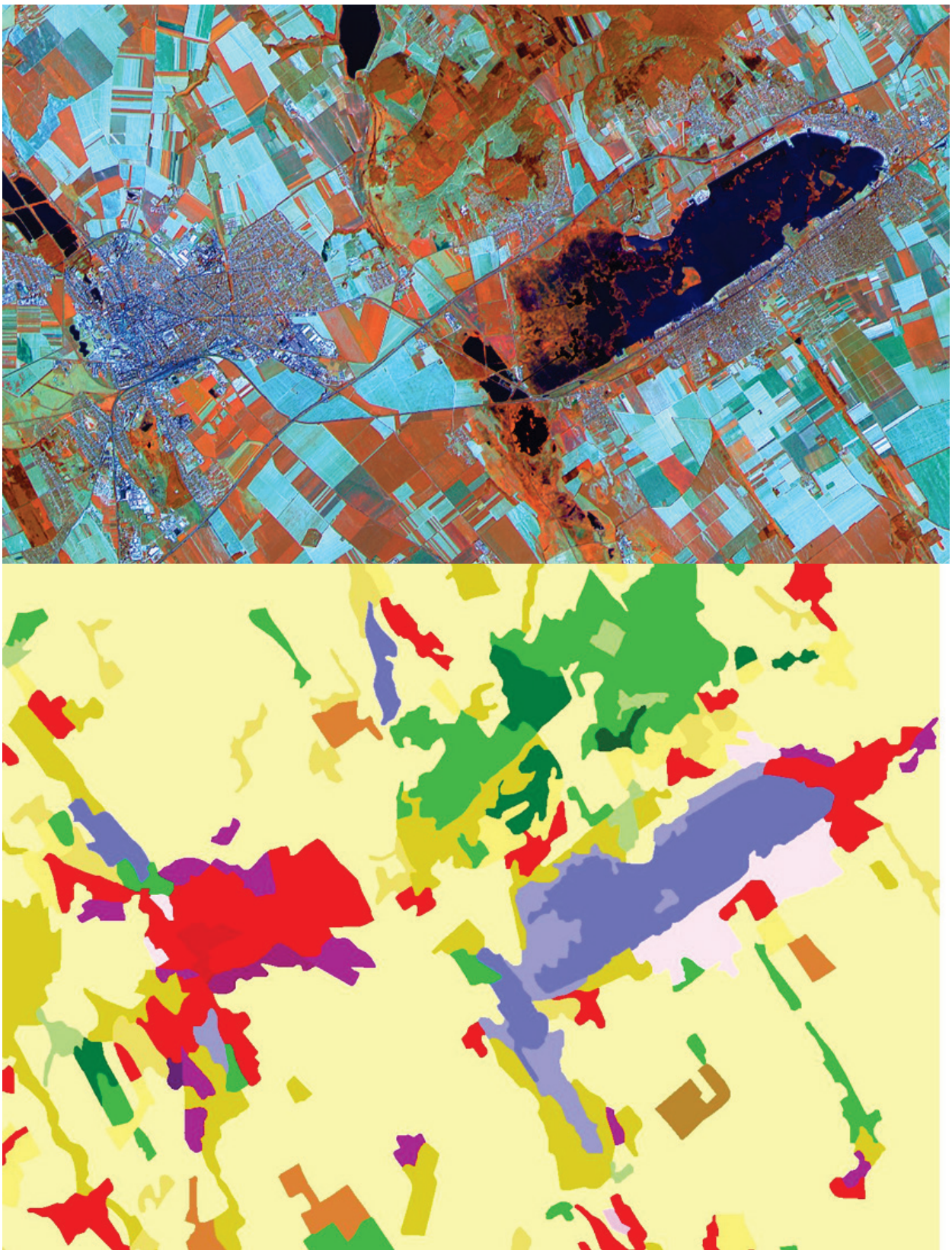
Az adatbázis létrehozása:

űrfotótérképek előállítása
fotóinterpretáció,
terepi ellenőrzés
digitalizálás,
adatbázis építés,
verifikálás
megbízhatóság vizsgálat

eredmények: térképek,statisztikai adatok (5.1.2-4. ábra)



5.1.2-3. ábra: A felszínborítási adatbázis létrehozása (Büttner, 1997)



5.1.2-4. ábra: Részlet a CORINE Land Cover Magyarország felszínborítási adatbázisának feldolgozásából (Űrfototérkép --> tematikus térkép)

A CORINE Land Cover kategória rendszere

1. Mesterséges felszínek
1.1. Lakott területek
    1.1.1. Összefüggő település szerkezet
    1.1.2. Nem összefüggő település szerkezet
1.2. Ipari, kereskedelmi területek, közlekedési hálózat
    1.2.1. Ipari vagy kereskedelmi területek
    1.2.2. Út- és vasúthálózat és csatlakozó területek
    1.2.3. Kikötők
    1.2.4. Repülőterek
1.3. Bányák, lerakóhelyek és építési munkahelyek
    1.3.1. Nyersanyag kitermelés
    1.3.2. Lerakóhelyek (meddőhányók)
    1.3.3. Építési munkahelyek
    1.4. Mesterséges, nem mezőgazdasági zöldterületek
    1.4.1. Városi zöldterületek
    1.4.2. Sport- és szabadidő- létesítmények
2. Mezőgazdasági területek
2.1. Szántóföldek
    2.1.1. Nem-öntözött szántóföldek
    2.1.2. Állandóan öntözött területek *
    2.1.3. Rizs földek
2.2. Állandó növényi kultúrák
    2.2.1. Szőlők
    2.2.2. Gyümölcsösök, bogyósok
    2.2.3. Olajfa-ültetvények *
2.3. Legelők
    2.3.1. Rét / legelő
2.4. Vegyes mezőgazdasági területek
    2.4.1. Egynyári kultúrák állandó kultúrákkal vegyesen *
    2.4.2. Komplex művelési szerkezet
    2.4.3. Elsődlegesen mezőgazdasági területek, jelentős természetes növényzettel
    2.4.4. Mezőgazdasági-erdészeti területek *
3. Erdők és félig-természetes (semi-natural) területek
3.1. Erdők
3.1.1. Lomblevelű erdők
    3.1.2. Tűlevelű erdők
    3.1.3. Vegyes erdők
3.2. Cserjés és/vagy lágyszárú növényzet

3.2.1. Természetes gyepek, természetközeli rétek
3.2.2. Törpecserjes, cserjés területek, fenyérek *
3.2.3. Keménylevelű (Sclerophyl) növényzet *
3.2.4. Átmeneti erdős-cserjés területek
3.3. Növényzet nélküli, vagy kevés növényzettel fedett nyílt területek
3.3.1. Homokos tengerpartok, dünék, homok *
3.3.2. Csupasz sziklák *
3.3.3. Ritkás növényzet
3.3.4. Leégett területek *
3.3.5. Gleccserek, örök hó *
4. Vizenyős területek
4.1. Belső (szárazföldi) vizenyős területek
4.1.1. Szárazföldi mocsarak
4.1.2. Tőzeglápok
4.2. Tengermelléki vizenyős területek
4.2.1. Tengermelléki mocsarak *
4.2.2. Sós mocsarak *
4.2.3. Az ár-apály által érintett területek *
5. Vízfelületek
5.1. Kontinentális vizek
5.1.1. Folyóvizek, vizi utak
5.1.2. Állóvizek
5.2. Tengeri vízfelületek
5.2.1. Tengerparti lagunák *
5.2.2. Folyótorkolatok *
5.2.3. Tenger és óceán *

Megjegyzés: a *-al jelölt kategóriák 1:100.000-es méretarányban hazánkban nem fordulnak elő.

A kidolgozott CORINE adatbázisok néhány jellemzője látható az alábbi táblázatban összefoglalva (5.1.2-1. táblázat).

5.1.2-1. táblázat A kidolgozott CORINE adatbázisok néhány jellemzője

	CORINE 1:100.000	CORINE 1:50.000
mű holdfelvétel	**Landsat TM**	**Landsat TM +** SPOT PAN
felvételek dátuma	**1990 - 1992**	**1990 - 1993**
a nomenklatúrában szereplő kategóriák száma	**44**	**87**
Magyarországon előforduló kategóriák száma	**28**	**60**
minimális területi elem méret (ha)	**25**	**4**
minimális lineáris elem szélesség (m)	**100**	**50**
szelvények száma	**84** (teljes ország)	**41**

DIGITÁLIS FÖLDTANI TÉRKÉP

- M=1:200.000 .DGN formátum
- az 1:200.000 földtani térkép szelvényezésében
- Gauss-Krüger vetületben (MÁFI)

DIGITÁLIS FÖLDTANI TÉRKÉP

- M=1:100.000 .DGN formátum
- Gauss-Krüger vetületben, szelvénybeosztás
- azonos a katonai topográfiai térképekével (MÁFI)

DIGITÁLIS TÉRKÉPÉSZETI ADATBÁZIS DTA 200

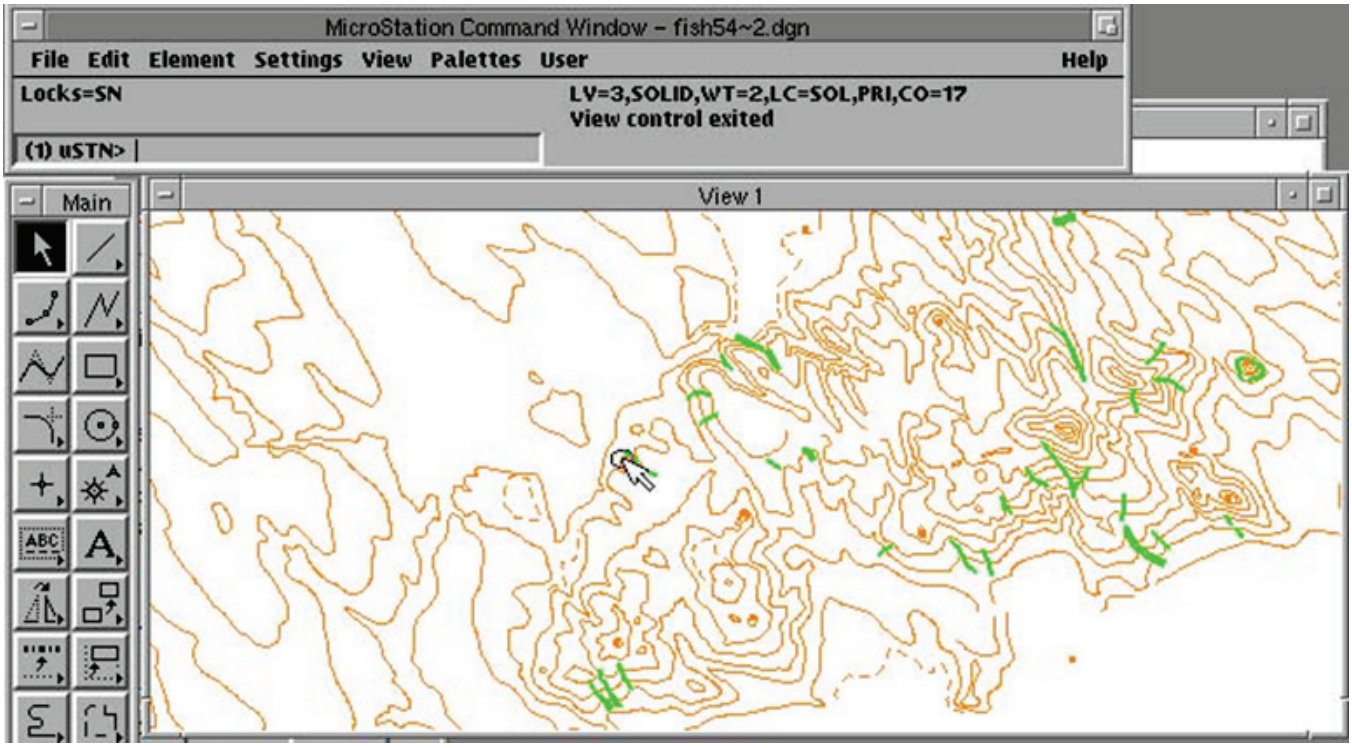
- az 1:200.000-es katonai topográfiai térkép
- síkrajzát és névrajzát tartalmazó adathalmaz.
- Kapható szelvényként is és tartalmi elemként is
- EOV ill. Gauss-Krüger vetületben .DXF és .DWG
- formátumban (Magyar Honvédség Térképészeti Kht., www.topomap.hu).

DIGITÁLIS TÉRKÉPÉSZETI ADATBÁZIS DTA-100

- M =1:100 000
- Raszteres állományok:
  - színes (RGB 24 bites, felbontás: 254 dpi)
  - síkrajzi fedvény (1 bites, felbontás: 508 dpi)
  - domborzati fedvény TIN, GRID 100X100 m
  - vízrajzi fedvény (1 bites, felbontás: 508 dpi)
- Vektoros állományok:
  - domborzati szelvény, szintvonalköz: 20 m síkrajzi,
  - vízrajzi szelvény

A DTA_100 egy temékcsalád, amely magába foglalja az M=1:100 000 topográfiai térképek raszteres, vektoros és a vektoros domborzati állományokból levezetett TIN és GRID állományokat. A DTA-100 M=1:100 000 méretarányú síkrajzi és vízrajzi fedvények vektoros (5.1.2-5. ábra) és domborzati fedvények vektoros állománya (16. ábra) DGN formátumban állományát látjuk DGN formátumban.

5.1.2-5. ábra: A DTA-100 M=1:100 000 méretarányú síkrajzi és vízrajzi fedvények vektoros állománya DGN formátumban, részlet az EOTR 13. szelvényből



5.1.2-6. ábra: A DTA-100 M=1:100 000 méretarányú domborzati fedvények vektoros állománya DGN formátumban , részlet az EOTR 54. szelvényből

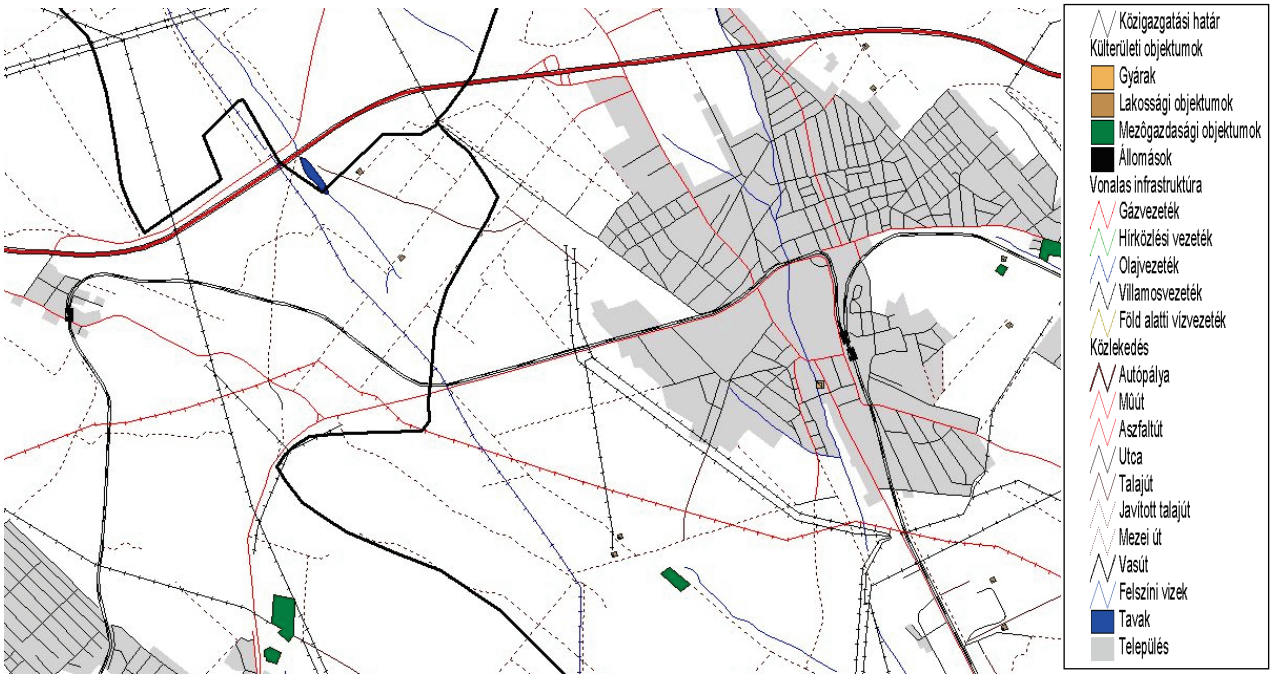
DIGITÁLIS TÉRKÉPÉSZETI ADATBÁZIS DTA 50

Az M=1:50000-es méretarányú katonai topográfiai térképek, a Digitális Domborzati Modell és a Geodéziai Adatbázis feldolgozásával előállított térinformatikai adatbázis (5.1.2-7. ábra). Alfanumerikus adatbázist nem tartalmaz. Megvásárolható szelvényenként (az eredeti papírtérképeknek megfelelően) mind Gauss-Krüger vetületi rendszerben, mind Egységes Országos Vetületi Rendszerben

(Magyar Honvédség Térképészeti Kht., www.topomap.hu).

A térkép elemei az alábbi kategóriákba vannak csoportosítva:

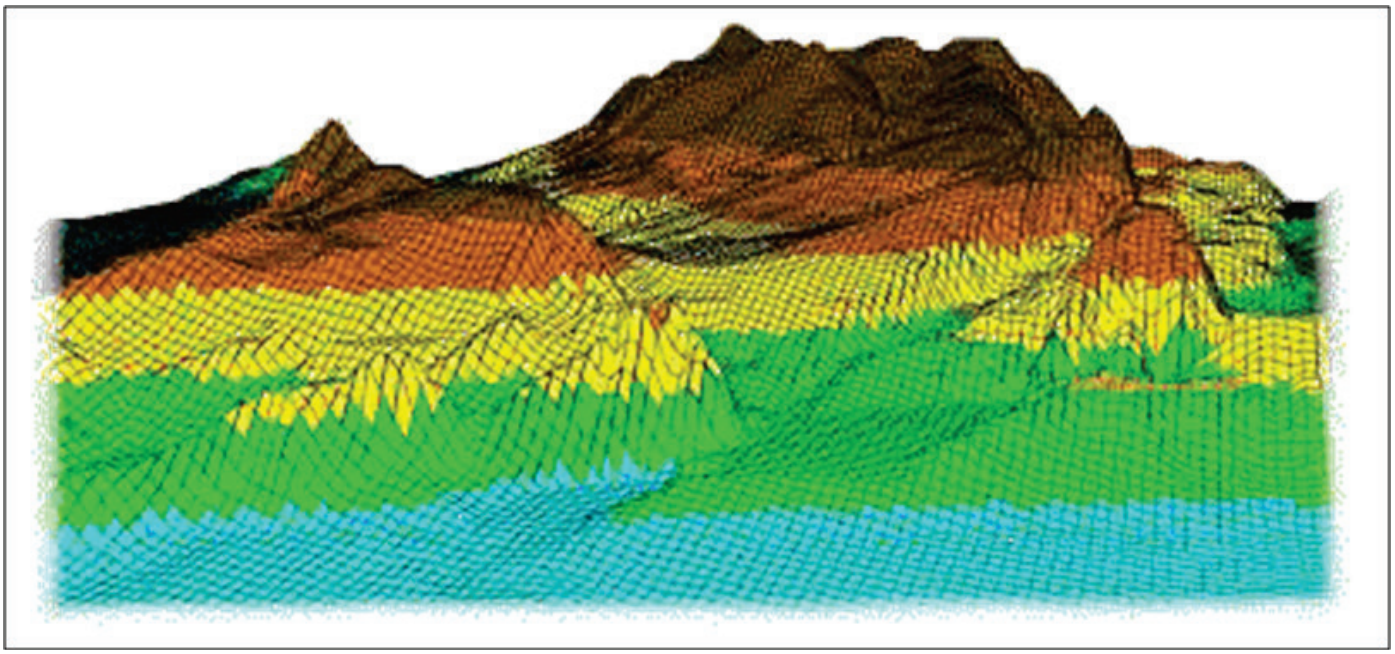
- alappontok
- települések
- létesítmények
- közlekedés
- hidak, átkelőhelyek
- vízrajz
- vízi és hajózási létesítmények
- növényzet
- határok
- névrajz
- szelvénykeret



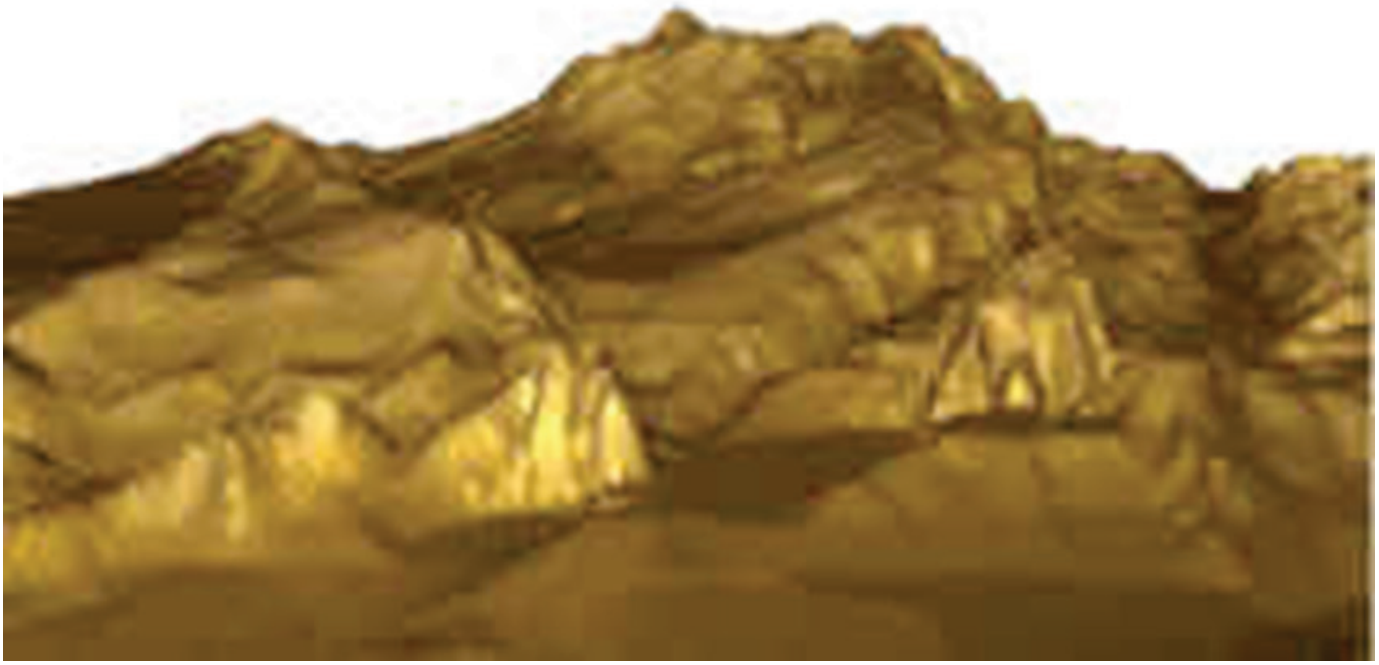
5.1.2-7. ábra: Részlet a DTA 50-ből

DIGITÁLIS DOMBORZATMODELL DDM-100

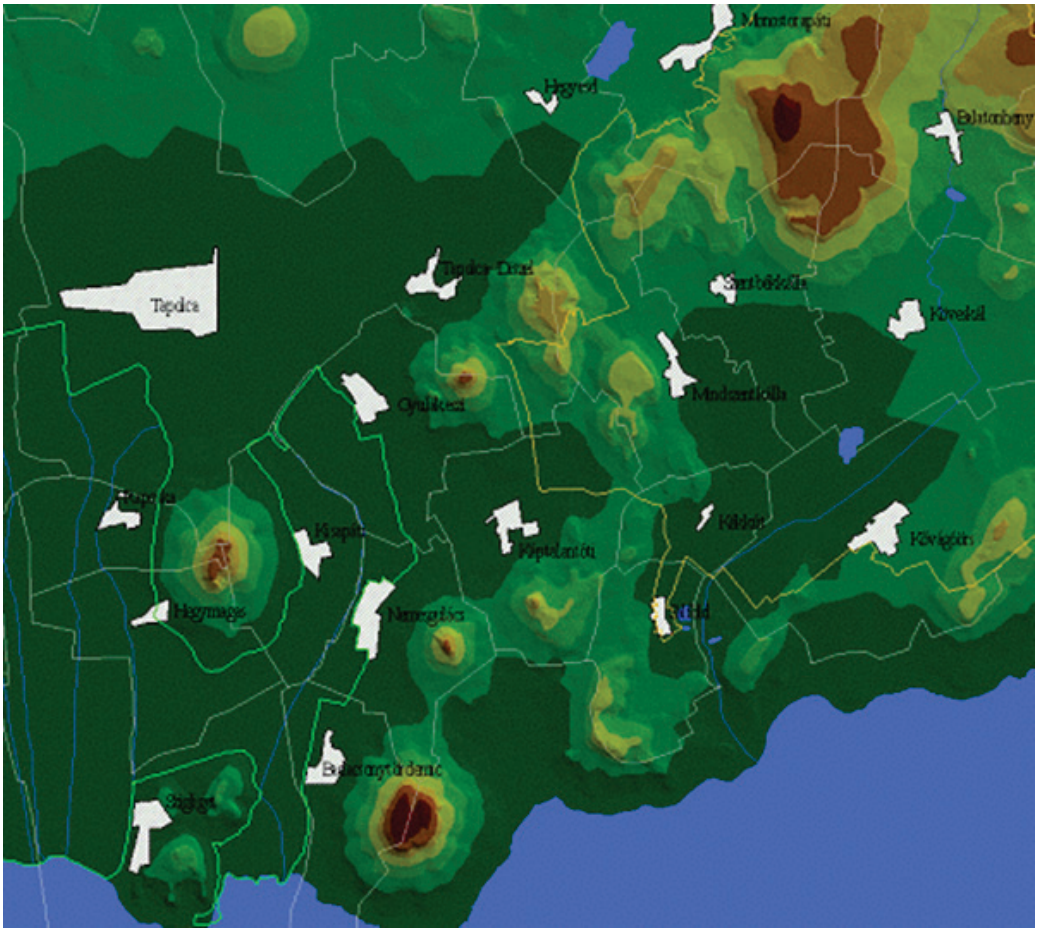
Magyarország EOTR szelvényezésű 1:100 000 méretarányú digitális topográfiai alaptérképeinek adatbázisából (DTA-100) készítették a digitális domborzatmodellek állományait (5.1.2-8-11. ábra). Az adatbázis a vektorizált szintvonalakból levezetett TIN és GRID formátumú domborzatmodelleket tartalmazza. A GRID felbontása: 100x100m.
(Forgalmazza: FÖMI , www.fomi.hu, T:2225101,Csató Éva)



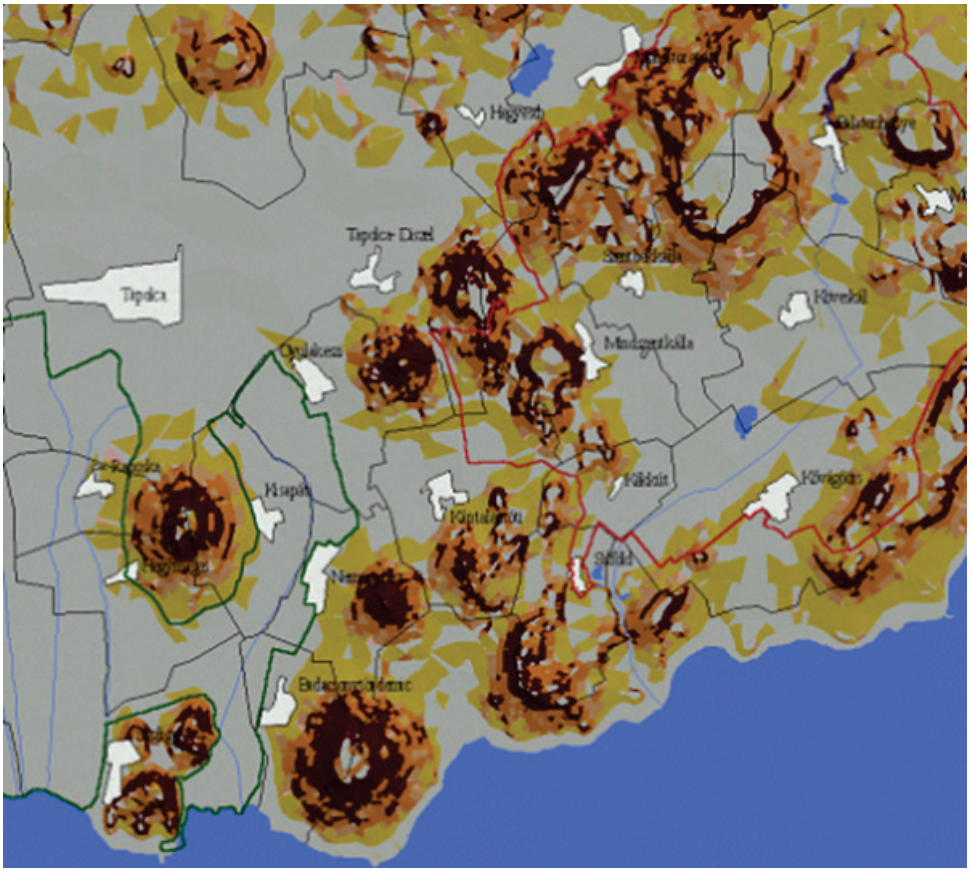
5.1.2-8. ábra: A DDM-10 digitális domborzatmodell feldolgozása I.



5.1.2-9. ábra: A DDM-10 digitális domborzatmodell feldolgozása II.



5.1.2-10. ábra: Tengerszint feletti magasság



5.1.2.-11. ábra: Lejtőkategória térkép

DIGITÁLIS DOMBORZATMODELL DDM 50

- 50 méteres rasztersűrűségű adatállomány
- Lehetőség van ritkább rácssűrűségű leválogatásra is:
- 100 m-es normálszelvény egész ország
- 200 m-es normálszelvény egész ország

DIGITÁLIS DOMBORZATMODELL DDM 10

- 10 méteres rasztersűrűségű adatállomány
- EOV vetületi rendszerben EOTR 1:100.000-es
- szelvényenkénti bontásban áll rendelkezésre.

BUDAPEST DIGITÁLIS TÉRKÉPE BP 15

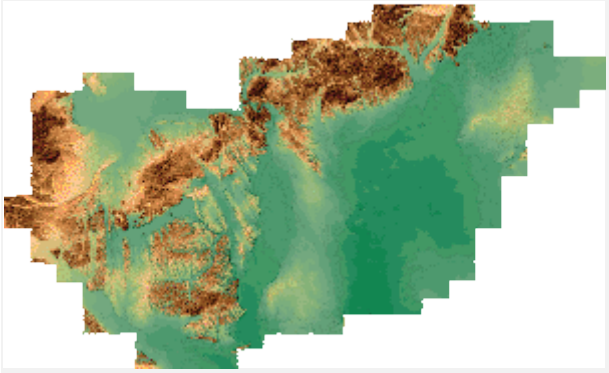
- az 1:15.000-es katonai topográfiai várostérkép

BUDAPEST 1:20.000-ES DIGITÁLIS TÉRKÉPE IBM PC-K SZÁMÁRA

- DWG, VAGY .DXF FORMÁTUMBAN (DIMAP)
- (utak, vasutak, vízrajz)

BUDAPEST 1:1.000 LÉPTÉKŰ DIGITÁLIS TÉRKÉPE

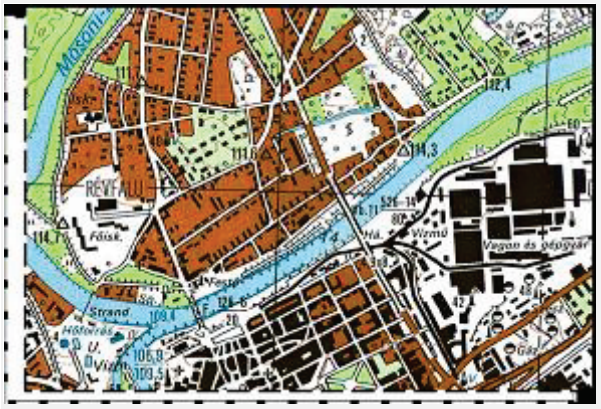
- tetszőleges formátumra konvertálva



DDM (DDM-10 és DDM-50)
1 : 50 000 méretarányú topográfiai térképek szintvonalrajzából készült magassági pont adatbázis (DDM).

DTA-200
1 : 200 000 méretarányú topográfiai térképekről kézi digitalizálással készített adatbázis - ország területét összesen 77 db szelvény fedi le.
http://www.topomap.hu/index.php?theme=HMTKHT&lang=hun&menu=shop&submenu=catalog&cont=catalogindex&id=148&kategoria=148 - %23

DTA-50
Az 1:50 000 méretarányú Digitális Térképészeti Adatbázis 2.0-ás verzió (DTA-50). A DTA-50 egy olyan általános váztérkép, amely a saját információk megjelenítésére, másrészt egy jövőbeli GIS rendszer alapjaként használható fel - ország területét összesen 319 db szelvény fedi le.
http://www.topomap.hu/index.php?theme=HMTKHT&lang=hun&menu=shop&submenu=catalog&cont=catalogindex&id=148&kategoria=148 - %23



Raszteres Térképészeti Adatbázis (RTA)
A GK vetületi rendszerben (S42-83 vonatkozási rendszer) készült állami topográfiai térképek szkennelt digitális állományai.

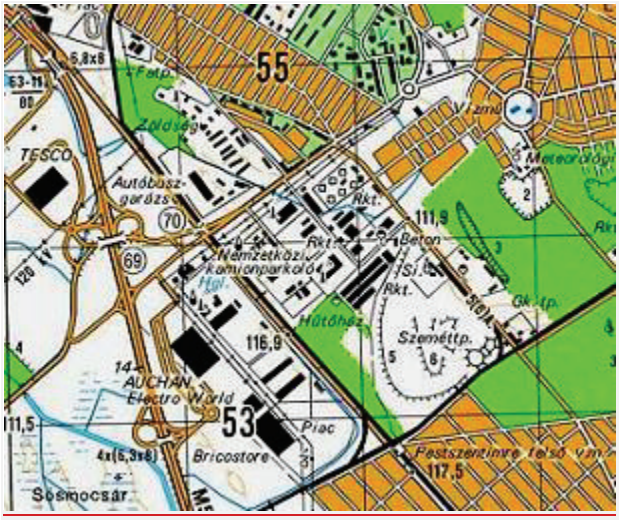
Méretarány: 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000, 1:200.000, 1:500.000,1:1.000.000
Bruttó ár:
Szelvényenkénti ár / illesztett szelvény ára - 8 bit színmélységgel:

150 dpi felbontásban: 360 Ft / 660 Ft
200 dpi felbontásban: 540 Ft / 1.080 Ft
300 dpi felbontásban: 2.340 Ft / 3.480 Ft

Formátum: TIFF, GEOTIFF
Hozzáférhető: szelvényenként, összefűzve (régióként, az egész országra)

Fentiekben részletezett árakon felül, a 161/2004 (XI.8.) FVM-HM-PM együttes rendelet értelmében 1.050 Ft adatfelhasználási díjat kell külön megfizetni,mely ÁFA mentes.

Raszteres Térképészeti Adatbázis (RTA)
A WGS/ETRS-89/UTM vonatkozási rendszerű részlegesen felújított Digitális Térképészeti Adtabázisokból (DTA) készült állami topográfiai térképek



raszteres állományai.

Méretarány: 1:50.000, 1:500.000, 1:1.000.000
Bruttó ár:
Szelvényenkénti ár / illesztett szelvény ára - 8 bit színmélységgel:

150 dpi felbontásban: 600 Ft / 840 Ft
200 dpi felbontásban: 1.440 Ft / 1.920 Ft
300 dpi felbontásban: 2.880 Ft / 3.720 Ft

Formátum: TIFF, GEOTIFF
Hozzáférhető: szelvényenként, összefűzve (régióként, az egész országra)

Fentiekben részletezett árakon felül, a 161/2004 (XI.8.) FVM-HM-PM együttes rendelet értelmében 1.125 Ft adatfelhasználási díjat kell külön megfizetni,mely ÁFA mentes.

5.1.2.-12. ábra: Részlet az MH Térképész Szolgálat honlapjáról (digitális adatállományok)

5.1.2.3. Alappontok

Magassági Alappontok Adatbázisa (MAGAB)
Az első-, másod- és harmadrendű magassági pontok adatait tartalmazza (magasság, közelítő vízszintes koordináták, a pont helyének leírása, a pont helyszínrajza, állandósítás éve, mérés éve stb.), jelenlegi készültségi állapot kb 70 %.

Vízszintes Alappontok Adatbázisa (VAB)
Az első-, és harmadrendű vízszintes alappontok, negyedrendű főpontok, iránypontok és alappontok adatait tartalmazza.
(http://fish.fomi.hu/fish/adathaz/termékek/Alappontok/vab/vabkeret.htm)

5.1.2-13. ábra: Részlet a GPSINF, az Országos GPS Hálózat pontjainak adatbázisából

Országos GPS Hálózat pontjainak adatbázisa (GPSINF).

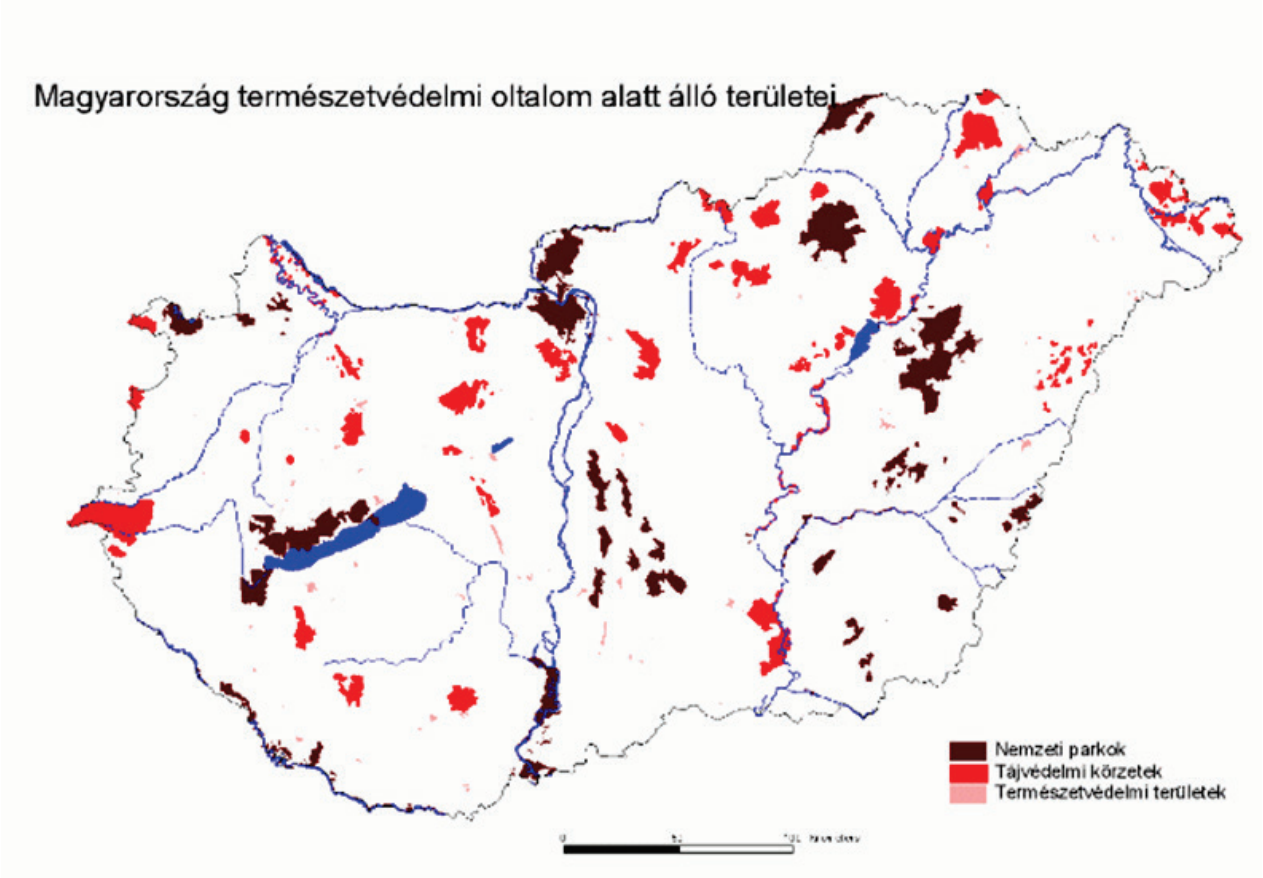
Az adatbázis kezelő program egy térkép segítségével segíti a felhasználókat az igényelt pontok kiválasztásában. Lekérhető az adott pontok pontleírása. (FÖMI Adat- és Térképtári Osztály, digitális és papír, 5.1.2.-12. ábra)
TAKAROS, BIIR, FÖNYIR, TAKARNET, META földhivatali információs adatok, internetes alappont lekérdezése (egyes adatok, funkciók csak jogosultaknak): (http://www.takarnet.hu/swf.html)

5.1.2.4. Egyéb digitális térképi adatbázisok

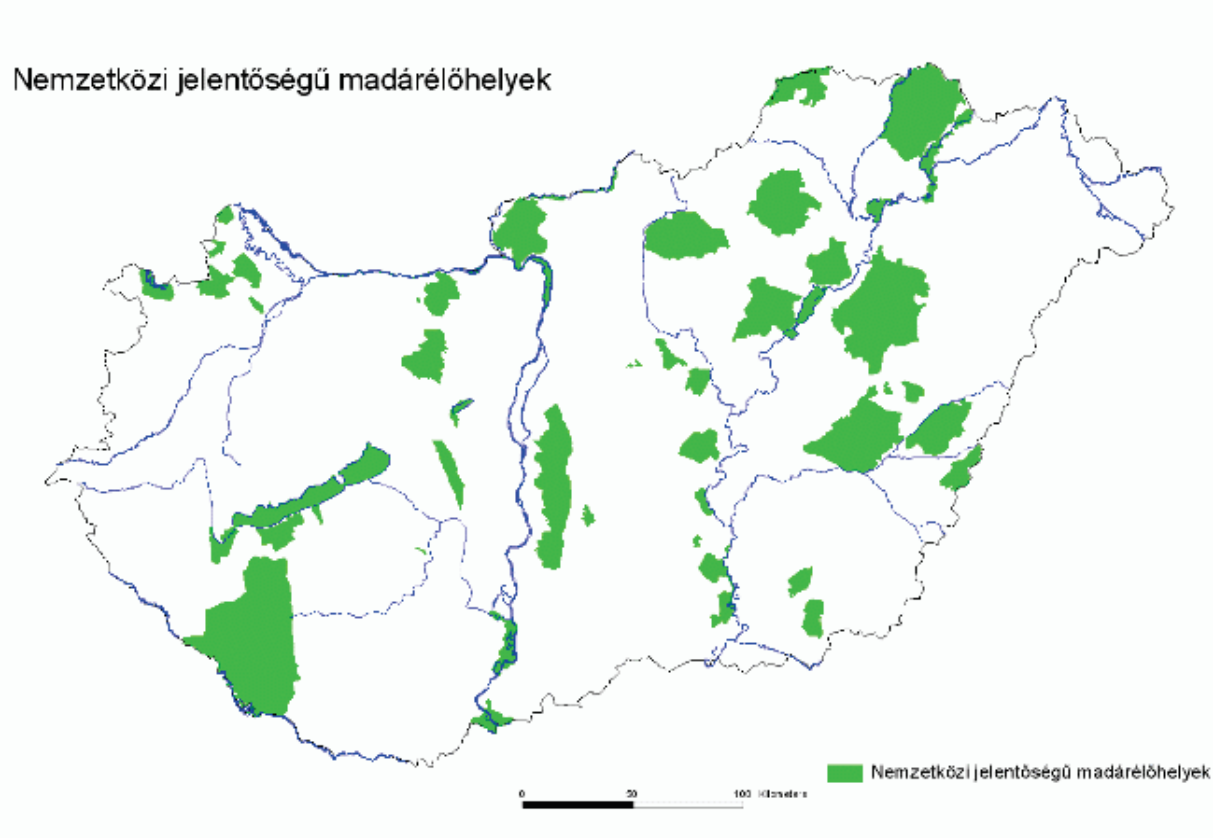
- Felszíni és felszín alatti vízvédelmi területek VITUKI M=1:500 000
- A Nemzeti Ökológiai Hálózat (NECONET) magyarországi tervezett területei (Forrásadatbázis: KVVM Természetvédelmi Hivatal M=1:500 000)
- Magyarország természetvédelmi oltalom alatt álló területei (Forrásadatbázis: KVVM Természetvédelmi Hivatal M=1:100 000)
- A veszélyeztetett mezei madárfajok számára fontos területek (Forrásadatbázis: MME Monitoring Központ térképi adatbázisa, M=1:500 000)
- Nemzetközi jelentőségű madárélőhelyek (Forrásadatbázis: MME (Nagy Szabolcs) térképi adatbázisa, M=1:100 000)

- NATURA2000 (Különleges madárvédelmi területek, Különleges természetvédelmi területek, KVVM Természetvédelmi Hivatal, www.natura.2000.hu,)
- Magyarország erdőterületeinek digitális adatállománya (Forrásadatbázis: FVM Erdészeti Hivatal térképi adatbázisa, M=1:20 000)
- Budapest és megyeszékhelyek digitális várostérképei 1:2000, 1:4000 (EOV)
- MATÉRIA (MAgyar közigazgatási TÉRinformatikai Adatbázis) M=1:500 000A CARTOGRAPHIA térképi és a KSH település szintű leíró adatainak összekapcsolásával létrehozott adatbázis. Az ország több, mint 3100 településéről válogatott közigazgatási, népességi, ipari, kereskedelmi, idegenforgalmi, lakásellátottsági, oktatási, közművelődési, népszámlálási adatait tartalmazza. Térképi alapja 1:500 000-es méretarányú, 1994-es kiadású közigazgatási térképe. (www.ksh.hu)
- A FÖMI közigazgatási határokat tartalmazó (max. 1:5 000 méretarányú) térképei
  - országhatár, régióhatár, megyehatár, kistérséghatár, településhatár szinten
- TeIr (az Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer) a hálózatos infrastruktúrák térképeit a VÁTI forgalmazza: (www.vati.hu címen).
- Légifelvételek, műholdfelvételek: (www.fomi.hu).

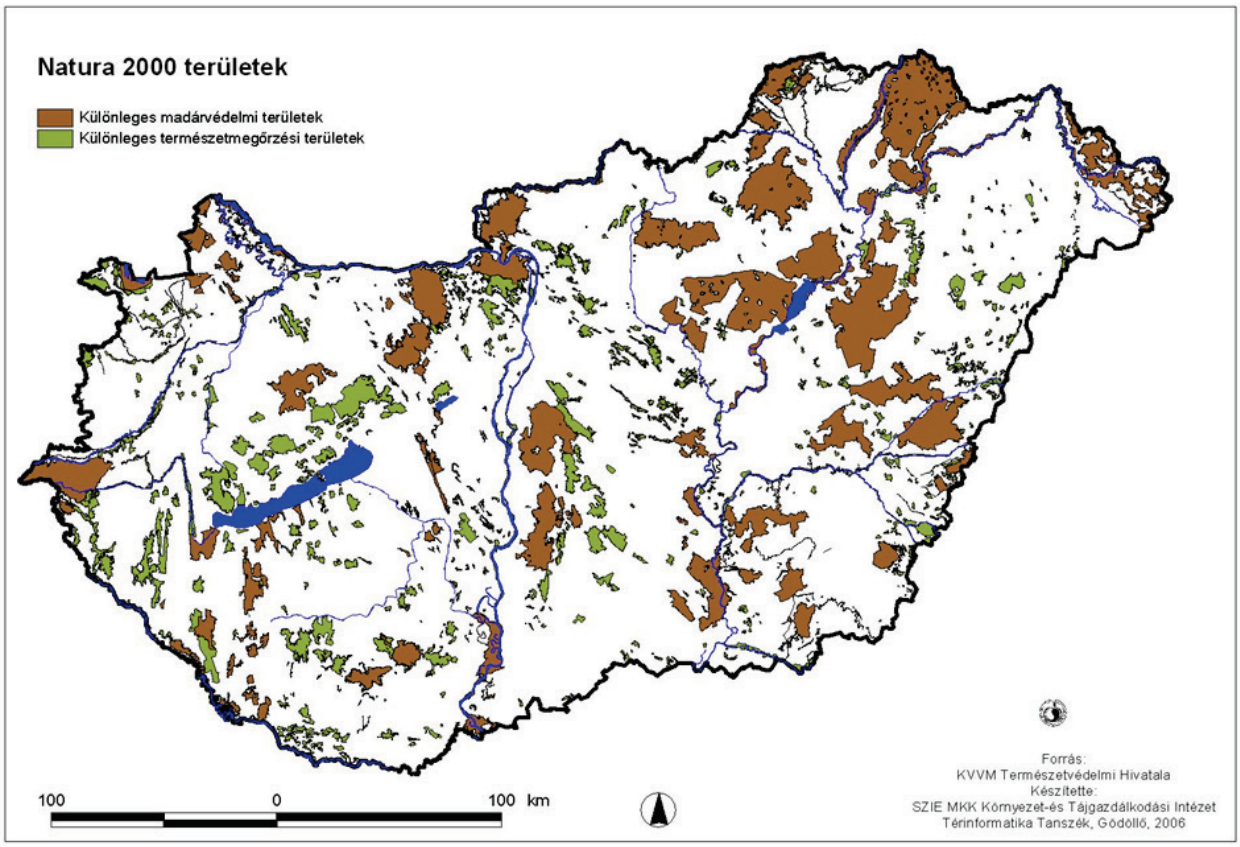
Az Európai Unióban a ***„Magas Természeti Értékű" mezőgazdasági területek*** és gazdálkodási rendszerek koncepciója (High Nature Value farmland, HNV) az elmúlt 15 évben fejődött ki, és szorosan kötődik ahhoz a célhoz, hogy a környezeti érdekeket közösségi politikákba integrálják. A HNV területek lehatárolása földhasználati, madárvédelmi és gazdasági (extenzív gazdálkodási rendszerek) alapokon nyugszik. Magyarország területére egy doktori disszertáció keretein belül készült előzetes lehatárolás, amely a Corine 50 felszínborítási adatbázisra, a Natura 2000 adatbázisra és a Nemzetközi Jelentőségű Madárélőhelyek térképére épül. Az adatbázis nem végleges, az Európai Unió ajánlása szerint kisebb módosítások várhatók a lehatárolás módszertanban. Az adatbázist a SZIE KTI munkatársai készítették, adatgazdája várhatóan a KVVM Természetvédelmi Hivatala lesz (5.1.2-17. ábra).



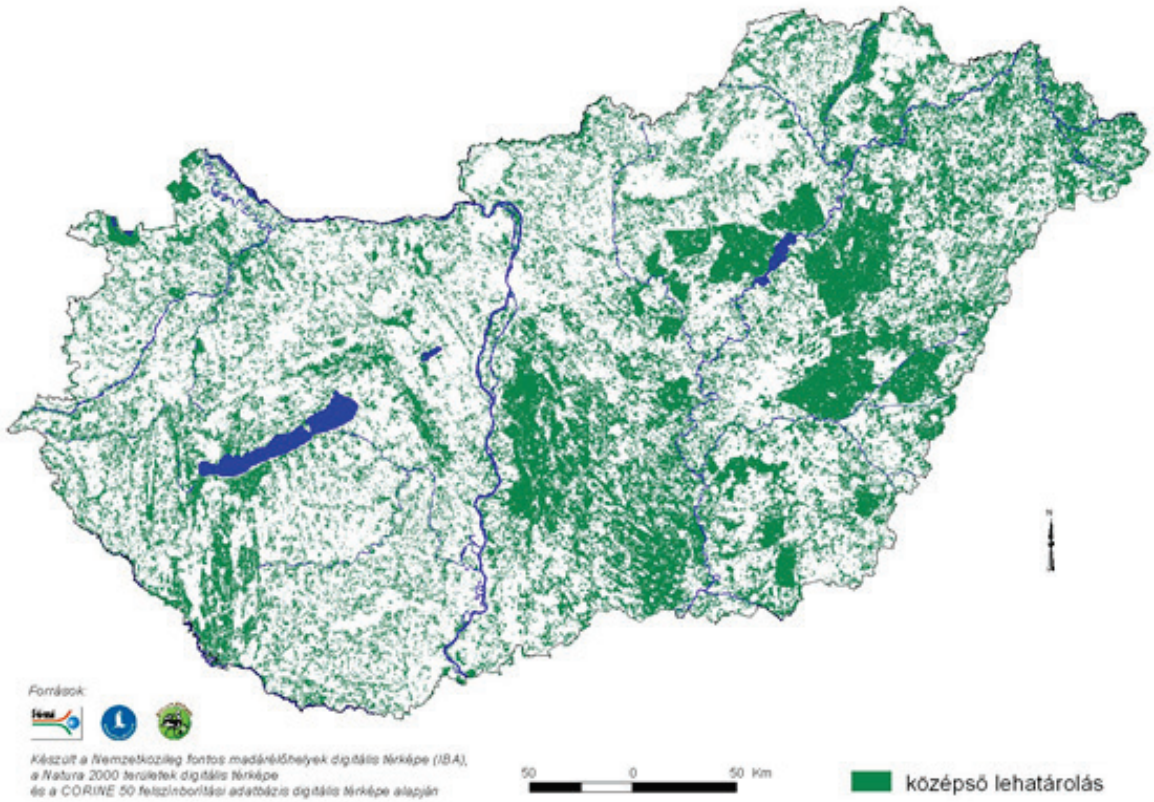
5.1.2-14. ábra: Magyarország természetvédelmi oltalom alatt álló területei



5.1.2-15. ábra: Nemzetközi jelentőségű madárlelőhelyek



5.1.2-16. ábra: Natura 2000 területek



5.1.2-17. ábra: Magas Természeti Értékű mezőgazdasági területek

5.1.2.5. Digitális talajtérképek

Országos szint
M=1:500 000

- HunSOTER adatbázis
- Magyarországi talajok anyagforgalma
- Magyarország erózió térképe
- Magyarország szikesedési térképe
- Talajdegradációs régiók Magyarországon
- Magyarország talajainak erózióra való érzékenysége
- Magyarország talajainak szikesedésre való érzékenysége
- Magyarország talajainak talajértékelése
- FAO talajtérkép

Országos-regionális szint
M=1 : 100 000

- –Agrotográfiai adatbázis

Regionális szint
M=1 : 25 000

- Kreybig-féle talajtérképek
- Géczi-féle talajtérképek

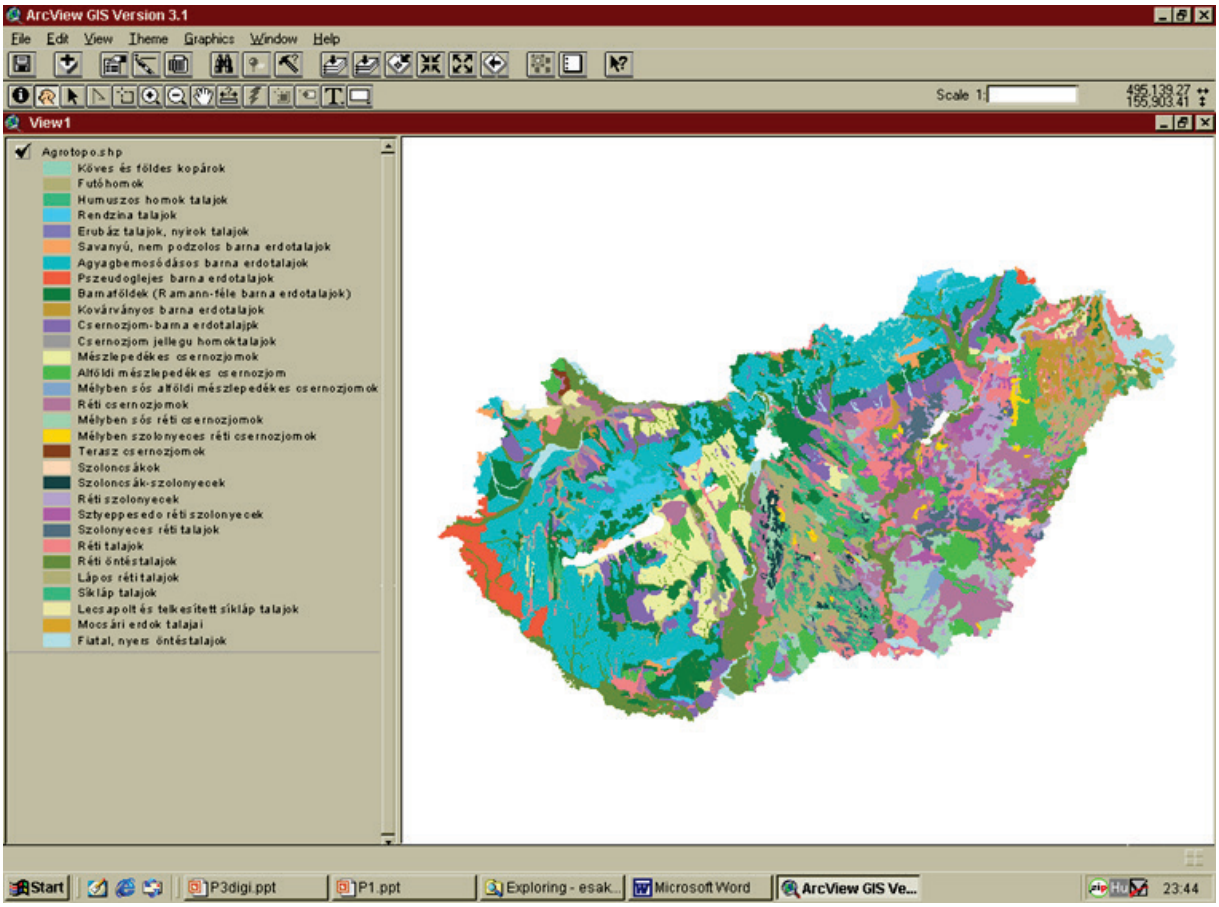
Agrotopográfiai Adatbázis (AGROTOPO)
DIGITÁLIS AGROTOPOGRÁFIAI TÉRKÉP M=1:100.000 (MTA-TAKI)
Az agrotopográfiai térképsorozat tematikus adataiból kialakított számítógépes adatbázis, amely EOTR szabványos, 1:100.000 méretarányú, országos adatokat tartalmaz.
Az adott felbontásban homogén agroökológiai egységekhez az analóg agrotopográfiai térképpel (lsd. feljebb) megegyező, a termőhelyi talajadottságokat meghatározó főbb talajtani paraméterek tartoznak. (A 84 db 1:100.000-es EOTR térképszelvény jobb oldalán található információk):

- genetikai talajtípus (5.1.2-18. ábra),
- talajképző kőzet,
- fizikai talajféleség (5.1.2-19. ábra),
- agyagásvány összetétel,
- talaj vízgazdálkodási tulajdonságai,
- szervesanyag készlet,
- kémhatás és mészállapot,
- termőréteg vastagsága,
- 100 pontos talajértékszám.

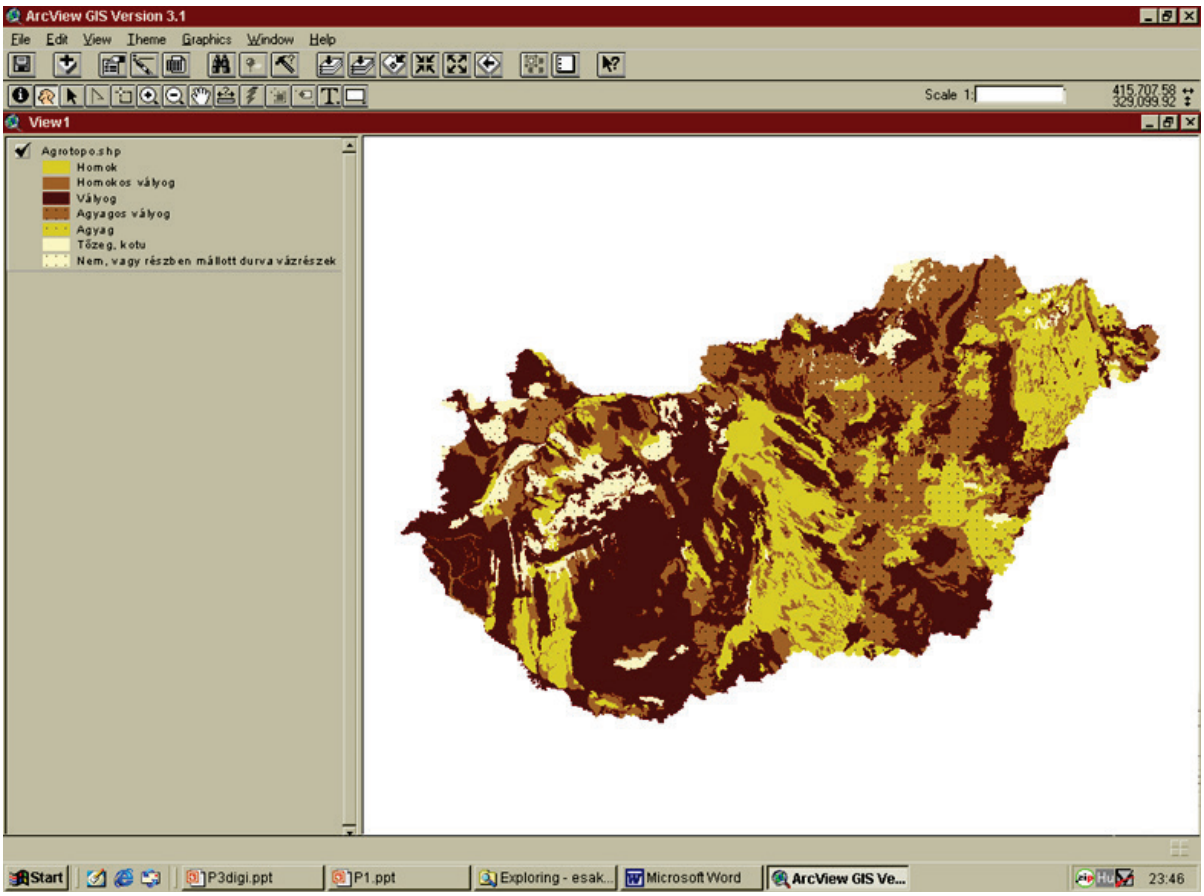
A talajtani adatokat kevésbé részletes, 1:1.000.000 méretarányú, szintén országos szintű meteorológia adatok egészítik ki a szelvények bal oldalán:

- átlagos évi csapadék,
- hőségnapok száma,
- fagyos napok száma,
- első fagy átlagos napja,
- utolsó nap átlagos napja.

A termőhelyi adottságok kódolása szintén megegyezik az analóg agrotopográfiai térképpel.



5.1.2-18. ábra: Részlet az AGROTOPO-ból, Magyarország genetikus talajtípusai



5.1.2-19. ábra: Részlet az AGROTOPO-ból, Magyarország talajainak fizikai félesége

Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer

Térinformatikai feldolgozás szükségessége és lehetősége

Az információs rendszer alapja a Kreybig-féle átnézetes

- országos,
- nagyléptékű,
- agrárcélú talajismereti térképsorozat.

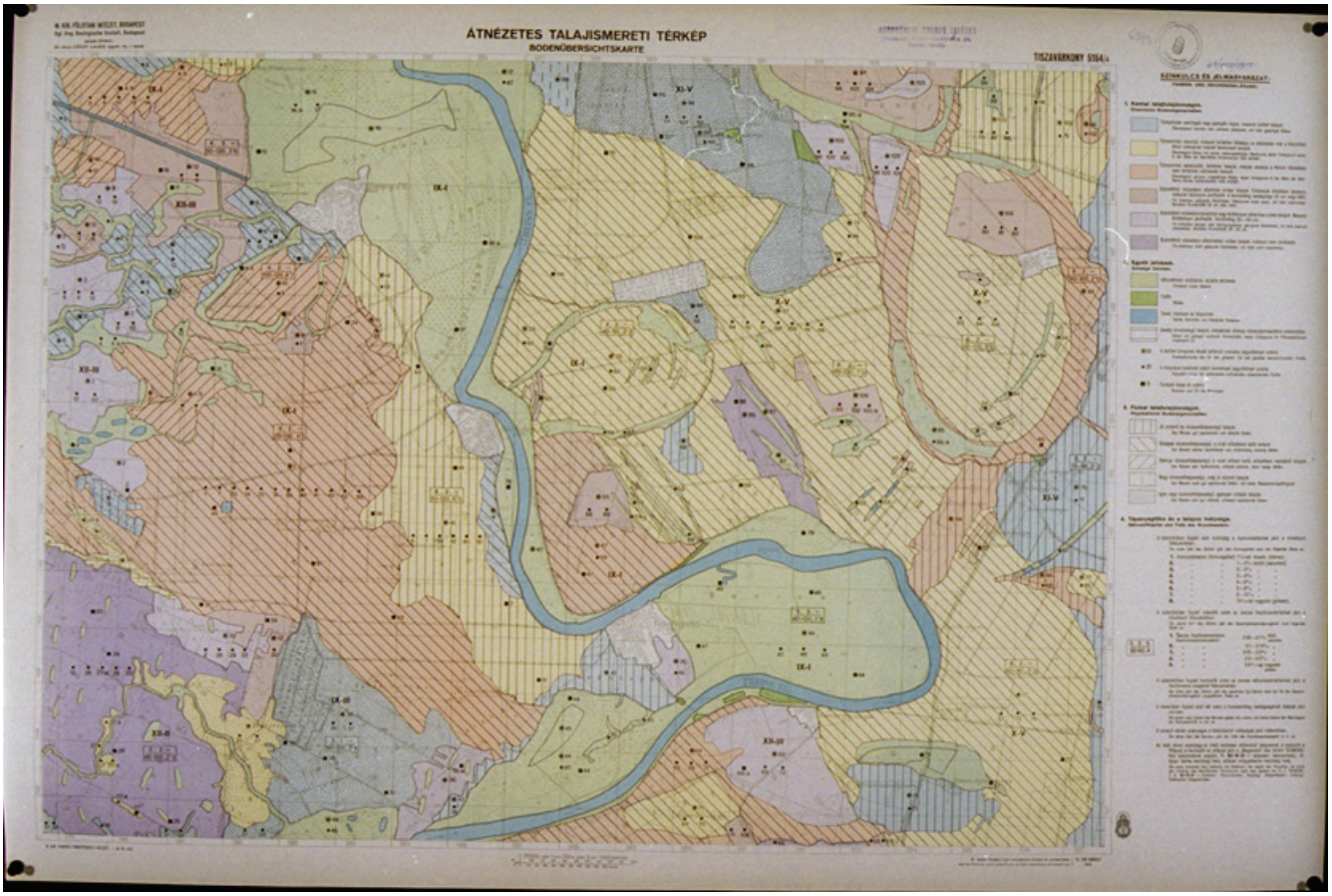
A Kreybig adatbázis térségi felbontású agroökológiai egységekre és a kapcsolódó helyszíni és laboratóriumi vizsgálatokra vonatkozó adatokat tartalmazza.

Aktualitás

A Kreybig-féle térképek ma is aktuálisak, mert bár szerkesztésük a 1931-1955 között történt, a térképezett talajtulajdonságok legnagyobb részének időbeli változása nem jelentős.

Referencia adat

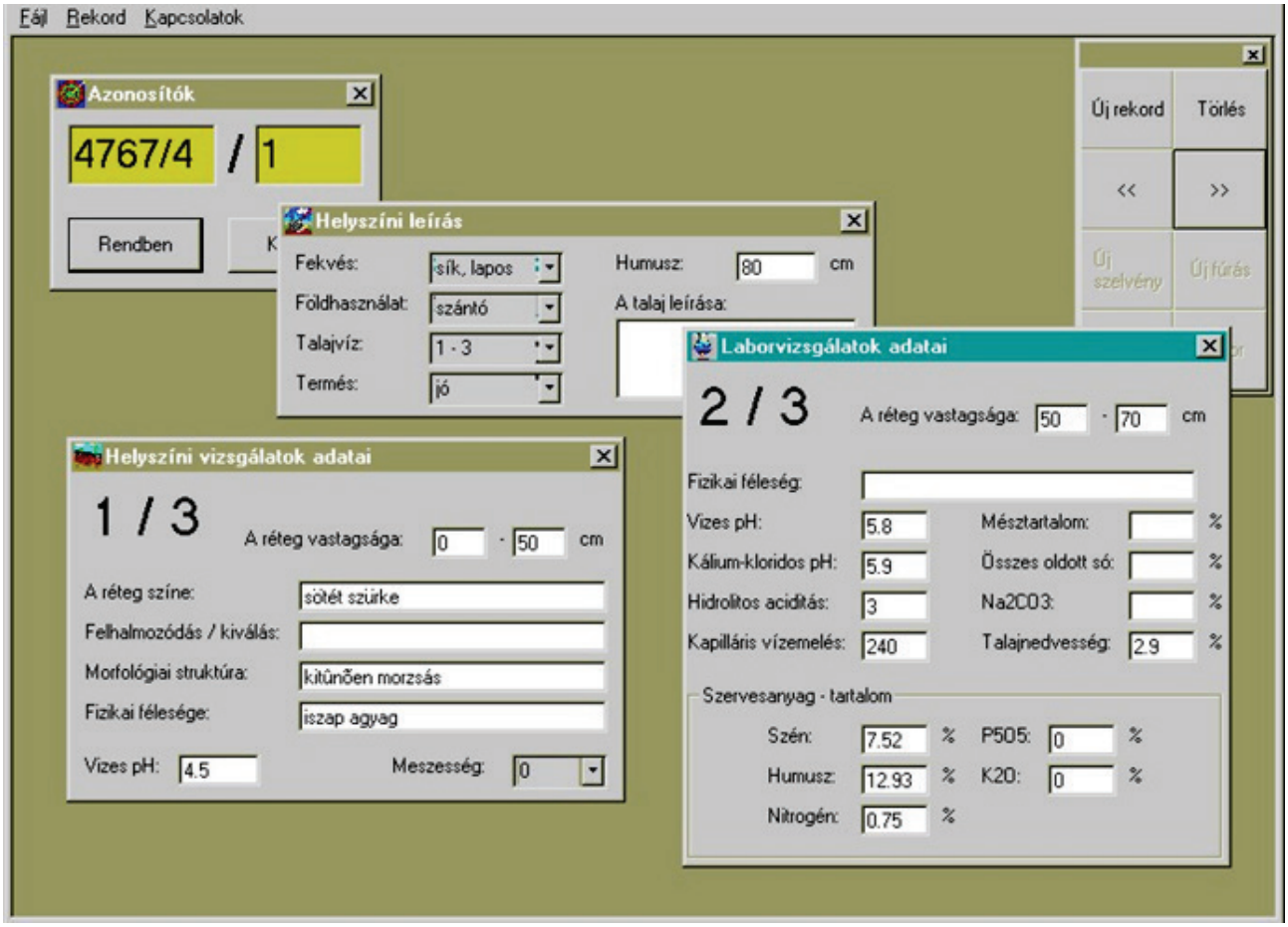
A Kreybig-féle térképek és magyarázók adatai referenciaként szolgálhatnak az ember által okozott környezeti hatások részletes vizsgálatához.



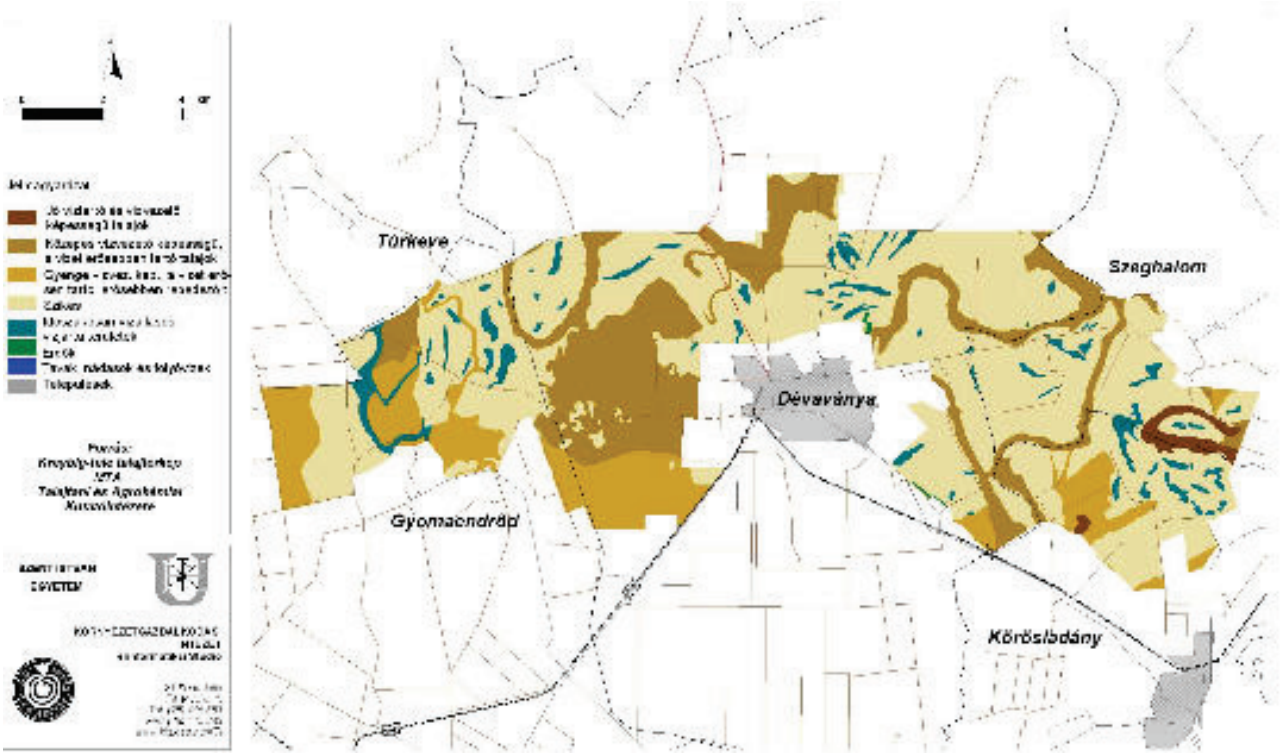
5.1.2-20. ábra: Részlet a Kreybig-féle reambulált digitális adatbázisból

Archiválási alapelvek kidolgozása:

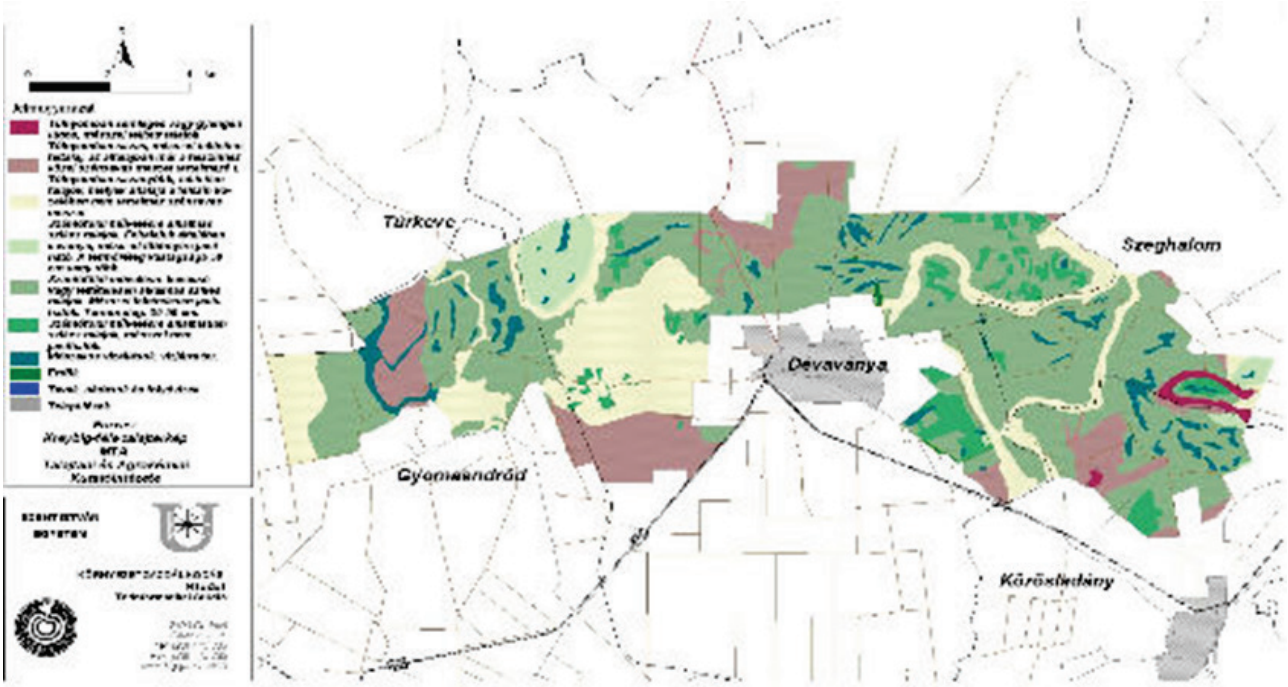
- szkennelés,
- archiválás,
- digitális képfeldolgozás,
- transzformálás,
- vektorizálás,
- illesztés



5.1.2-21. ábra: Talajszelvényekhez tartozó attributív adatok



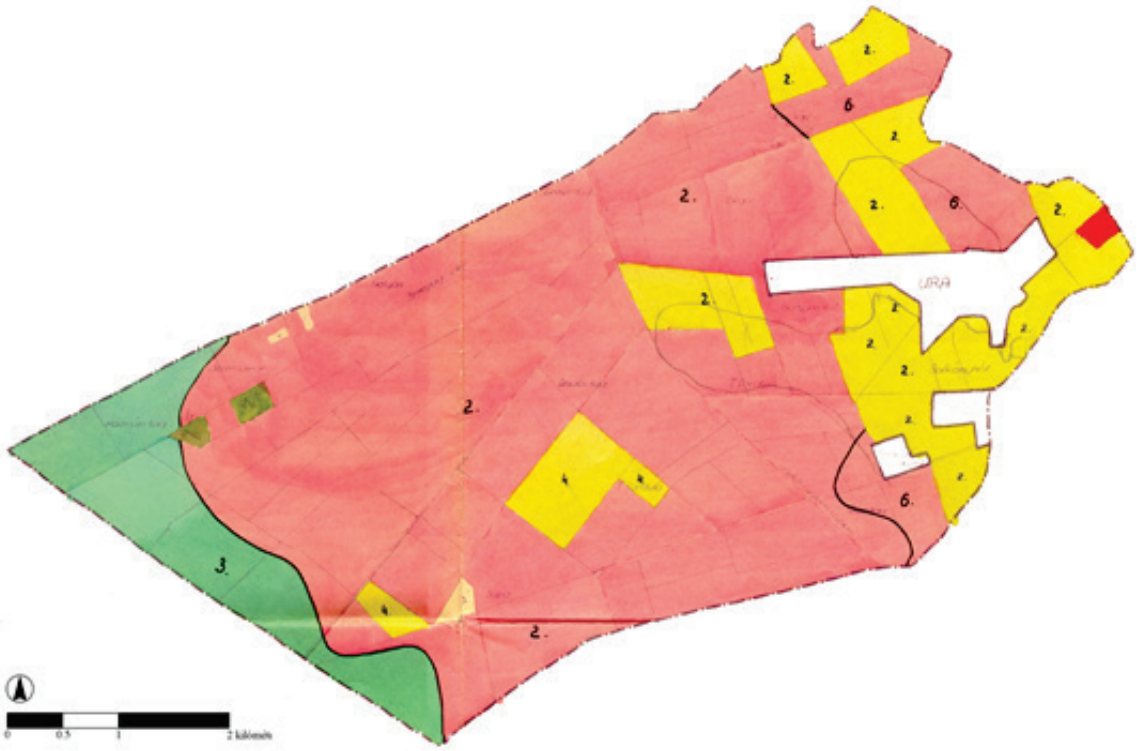
5.1.2-22. ábra: A Dévaványa környéke ÉTT mintaterület talajának fizikai tulajdonságai



5.1.2-23. ábra: A Dévaványa környéke ÉTT mintaterület talajának kémiai tulajdonságai

Géczi-féle talajtérkép

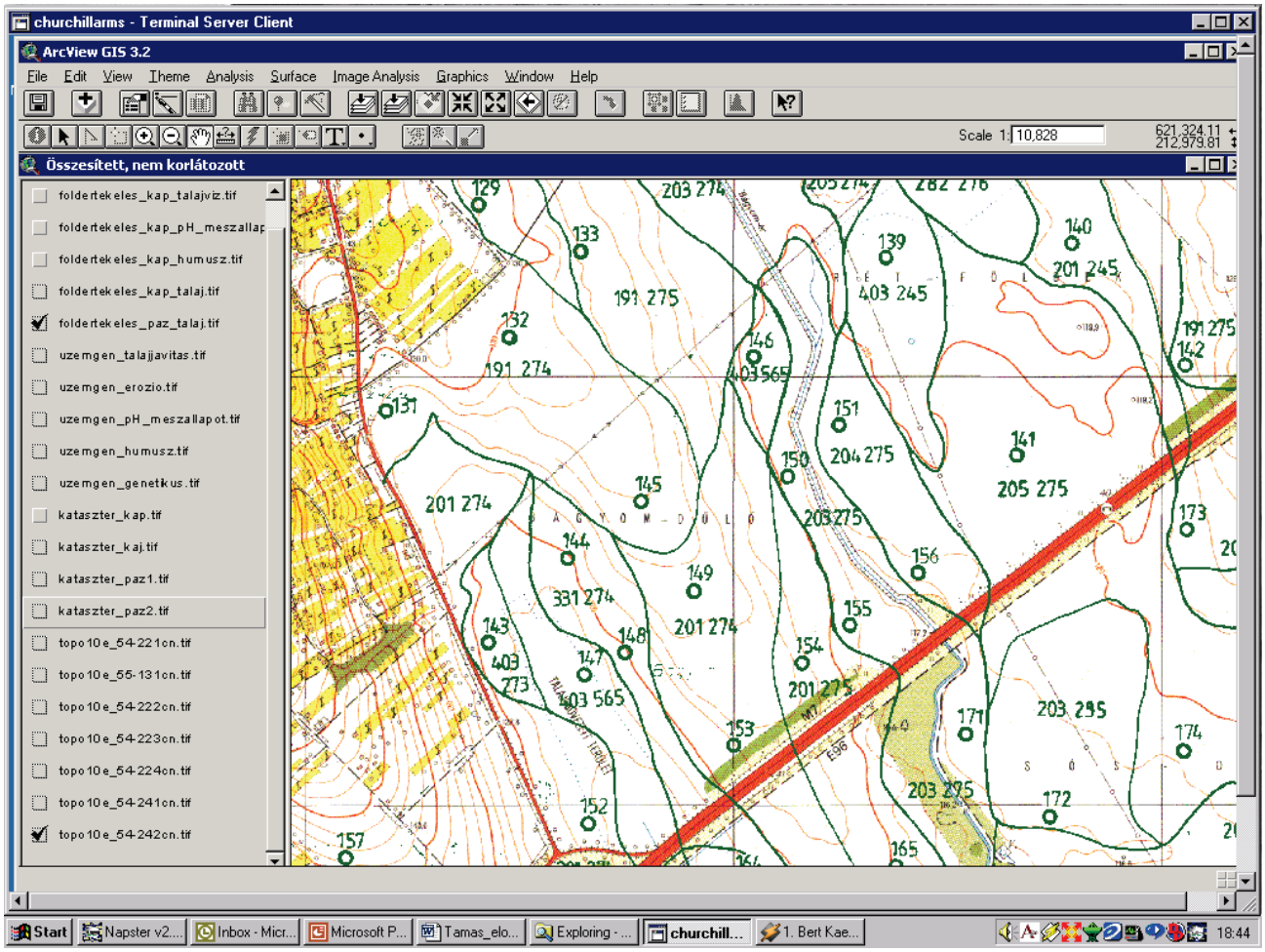
Géczi Gábor vezetésével a 60-as években kezdődött talajtérképezés, ami nemcsak talajismereti paraméterekkel töltötte fel a térképi adatokat, hanem növénykultúrák termesztésére is javaslatot tesz. A térképek Gauss-Krüger vetületűek, a térképlapok településenként különülnek el, nincs szelvényhálózata, M=1:25 000. Jelenleg megtalálhatóak az Agrárgazdasági Kutató Intézetben (5.1.2.-24. ábra).



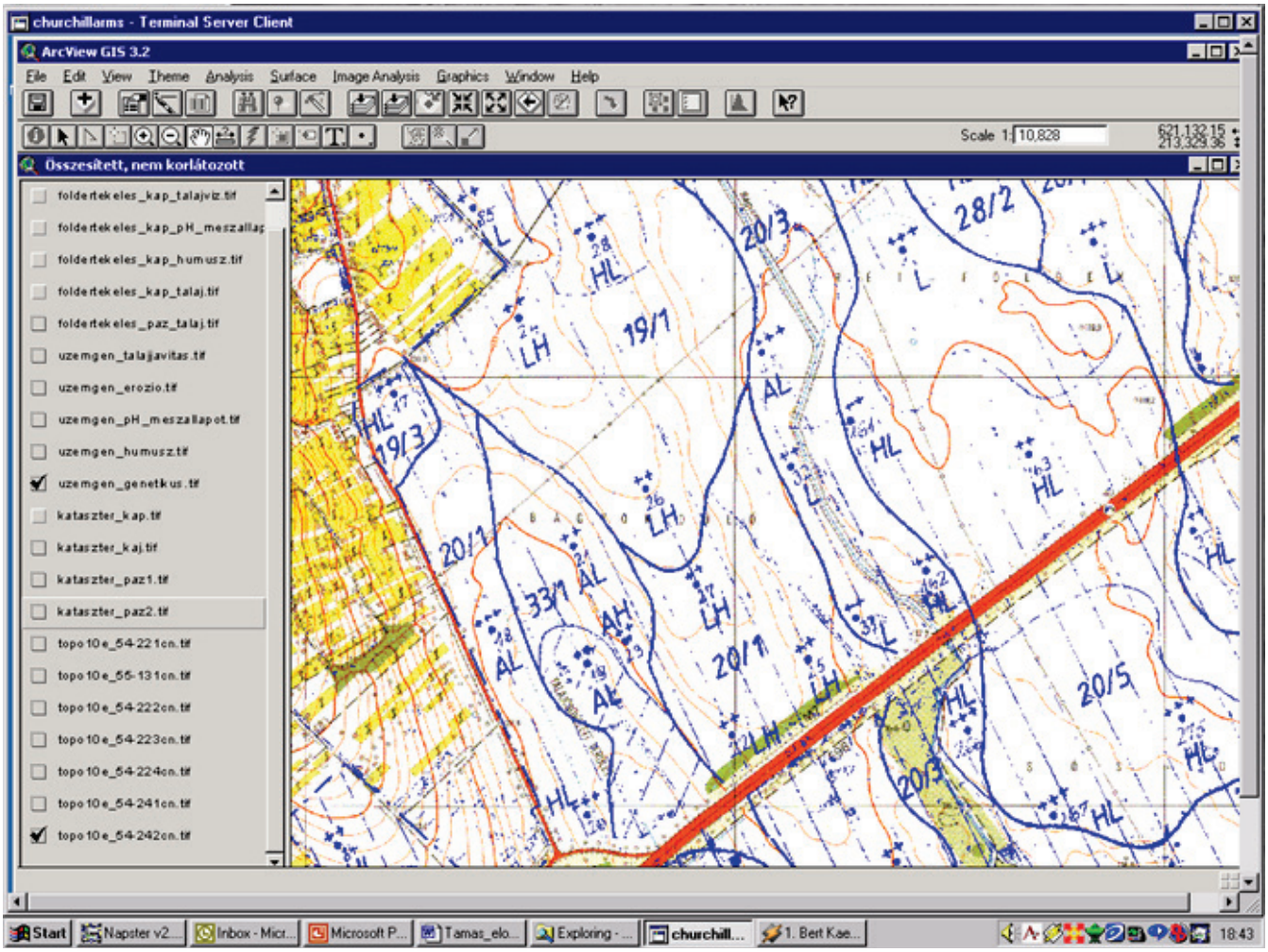
5.1.2-24. ábra: Részlet a Géczi-féle talajtérképből

Üzemi talajtérképek

A megyei Növényegészségügyi és Talajvédelmi állomás hálózat üzemi genetikus-és földértékelési talaj térképsorozatának táblaszintű adatai és agronómiai adatbázisa szintén olyan információforrás, amelynek térinformatikai feldolgozása megkerülhetetlen (5.1.2-25-26. ábra).



5.1.2-25. ábra: Üzemi talajtérkép tábla szintű adatbázissal I.



5.1.2-26. ábra: Üzemi talajtérkép tábla szintű adatbázissal II.

5.1.3 Leíró adatbázisok

FNT – Magyarország Földrajzinév-tára

Települések, a településrészek, a tájak, kisebb területek (dűlők, erdők stb.) nevét, a természetvédelmi területek nevét, a domborzati és vízrajzi neveket, a térképi ábrázolásban megszokott nevezetes pontok (pl. rom, kilátó, kastély stb.), valamint egyes fontosabb közlekedési objektumok nevét, a földrajzi nevek összesen 39 típusát tartalmazza. Egy névrekord a földrajzi névvel jelölt objektum fekvését a megye és a helység feltüntetésével, valamint EOV és/vagy földrajzi koordinátapárral határozza meg. A változásvezetés folyamatos.

TSTAR

A KSH évenként kiadott településszinten összesített adatbázisa. Tartalmaz társadalmi, gazdasági adatokat, valamint a települések KSH kódját, amivel térinformatikai adatbázishoz kapcsolható.

KSH adatok

A KSH évenként kiadott, szabadon hozzáférhető társadalmi-gazdasági országos és megyei szintű adatai a következő címen érhetők el:
http://www.ksh.hu/pls/ksh/docs/body-fontosabb-adatok-eves.html

Kormányzati portál adatai

Linkgyűjteményében számos fontosabb országos intézmény, minisztérium, a területi közigazgatási szintek (régiók, megyék) címe megtalálható.
http://www.magyarorszag.hu/ugyintezo/ugyintezolinkek

Föld'98

Településsorosan tartalmazza a mezőgazdasági területek aranykorona értékkategóriánkénti megoszlását.

Eurostat adatok

Az Európai Unió statisztikai intézménye, az Eurostat szabadon letölthető statisztikai adatokat is rendelkezésre bocsát:
http://europa.eu.int/comm/eurostat/Public/datashop/print-catalogue/EN?catalogue=Eurostat&service=free-downloads

OECD statisztikai adatok

A portálon tematikusan csoportosított adatok és diagramok találhatók:
http://www.oecd.org/statsportal/0,2639.en-2825-293564-1-1-1-1-1.00.html

Metatér

Internetes térinformatikai metaadat szolgáltató portál. Megadja, hogy adott témáról melyik intézménytől lehet adatot nyerni:
www.geox.hu

Irodalomjegyzék a fejezethez

Dobos E. (2003) Térinformatika és CAD szakmai ismeretek, ISBN 963 661604 3, Miskolc

Harkányiné Sz. Zs.(1998): Kartográfia, Gödöllői Agrártudományi Egyetem, Gödöllő

Skutai J.(2002): Térinformatikai képzés tananyaga, Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet, Gödöllő

Barnáné B. M. (2006): A magas természeti értékű mezőgazdasági területek lehatárolása térinformatikai módszerekkel

5.2 Alkalmazási példák

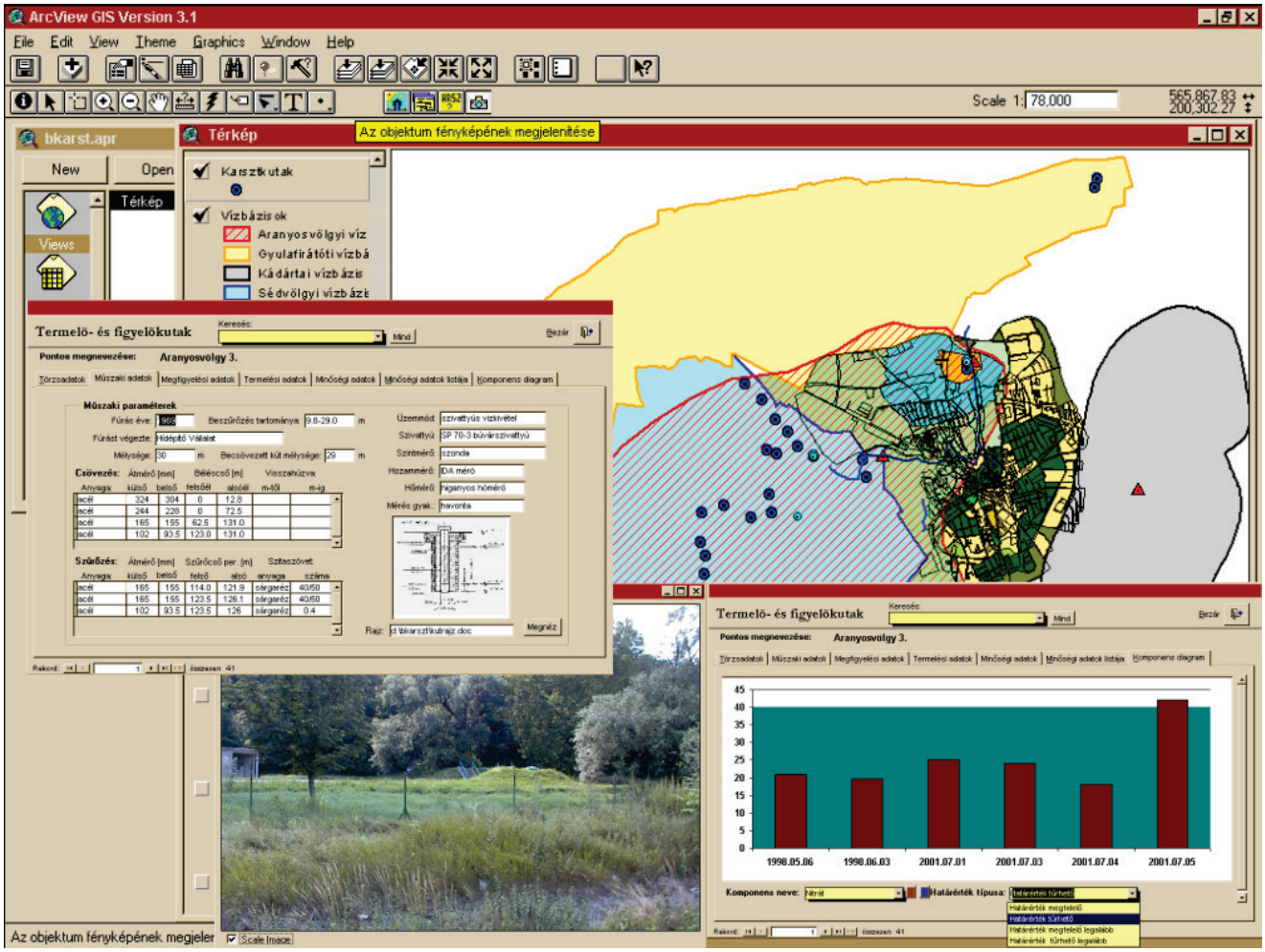
Bevezetés

A következőkben a környezeti adatbázisok kapcsán egy konkrét vízbázisvédelmi alkalmazási példát szeretnénk bemutatni.
2000. októberében kutatás-fejlesztési szerződés jött létre a Bakonykarszt Víz- és Csatornaműű Rt mint Megbízó és a Veszprémi Egyetem Környezetmérnöki és Kémiai Technológiai Tanszéke között. A szerződés tárgya a Bakonykarszt Rt működési területére vonatkozó vízbázisvédelmi információs rendszer kialakítási lehetőségeinek felmérése, adatstruktúrájának kialakítása volt, mely kiterjed a vízbázisra vonatkozó műszaki és környezetvédelmi adatokra.
A vízbázis területének és objektumainak bemutatásához célszerűek a térképi megjelenítések, ezért az információs rendszernek térképekhez kötődőnek, térkép alapú nyilvántartási rendszernek kellett lennie. Ezt az igényt a térinformatikai szoftverekhez kapcsolt adatbázisok tudják teljesíteni. Az így kialakított integrált térinformatikai alapú rendszert mutatjuk be a következők során.
A térképek kezelésére az ARCVIEW 3.1 térinformatikai szoftvert választották a fejlesztők, mely képes a térképi és leíró adatok együttes kezelésére. Pont, vonal és területi elemeket kezel, melyekhez azonosító pontokon keresztül leíró adatok kapcsolódhatnak. A vízbázisok objektumainak digitális térképi állományához felhasználó igényei szerint műszaki, környezetvédelmi és egyéb más adatok köthetők. A program képes más térinformatikai rendszerek, tervező szoftverek által kezelt állományokat is felhasználni (pl. MICROSTATION, AUTOCAD), melyek a rendszerbe maradéktalanul áttölthetők.
A Vízbázisvédelmi Információs Rendszernek a topológiai adatok kezelése mellett alkalmasnak kell lennie, statikus valamint időben változó, rendszeresen ismétlődő mérési adatok tárolására. Erre a feladatra a keretrendszerként javasolt ARCVIEW 3.1 adattárolási struktúrája csak részben alkalmas (egy térképi fedvényhez egy adattábla tartozik). Ugyanakkor viszont tartalmazza azokat az eszközöket (SQL kapcsolat, AVENUE programnyelv, DDE), amelyekkel hatékonyan megoldható egy külső, struktúrált adatbázis-kezelő rendszerhez (pl. ORACLE, MSACCESS) való kapcsolás, adattárolás és lekérdezés. A program speciális alkalmazásokat is megenged: támogatja a térképhez kapcsolt bármilyen objektum önálló alkalmazását (pl. újabb adatlap előhívás, hang-, kép- és videoanyag futtatása, modellezés, bármilyen rendszerszintű program, parancs, adatbázis- és táblázatkezelő, szövegszerkesztő indítása, dinamikus adatcsere).
Az információs rendszerben a külső adatbázis funkciók ellátására az MSACCESS programot javasolták elterjedtsége, kisebb költsége és könnyebb kezelhetősége miatt. Az adatbáziskezelő program a megfelelő fejlesztések után biztosítja a táblázatok adatainak automatikus leválogatását, összesítését, számítási műveletek végzését, a műszaki adatok idősoros nyilvántartását, hálózati kapcsolat kiépítését. Az adatkapcsolat a térképkezelő felület és az adatbázis között mindkét irányban működtethető. A program könnyen kezelhető, a különböző funkciók menüből, nyomógombról indíthatók. Az információk térképen, táblázat és grafikon formájában is megjeleníthetőek.

A munka eredményeként egy olyan vízbázisvédelmi információs rendszer készült el a Bakonykarszt Rt számára, mely a vízbázisok és azok környezetének digitális térképi állományait méretaránytól függetlenül kezeli, a térképi objektumokhoz kapcsolja a legalapvetőbb műszaki és környezetvédelmi adatokat, támogatja a térbeli műveletek elvégzését és kapcsolódik a meglévő hálózathoz.

A program a felhasználók által könnyen kezelhető, a térképi és adatbázis funkciók menüből, nyomógombokról indíthatók. Az információk térképen, táblázat és grafikon formájában is megjeleníthetők, amit az 1. ábra szemléltet.

Az információs rendszer a későbbi fázisokban további modulokkal, adatkörökkel és funkciókkal bővülhet.



5.2-1. ábra Példa az ArcView képernyőképére

5.2.1 A vizinfo vízbázisvédelmi információs rendszer térképkezelő működése

A digitális térképek kezelése az információs rendszerbe épített ARCVIEW 3.1 térinformatikai rendszer működésén alapszik. Az alapprogram menüje és nyomógombjai néhány új nyomógombbal kiegészítve a program felhasználói kézikönyvében leírtak szerint működik.

Az ARCVIEW 3.1 térinformatikai rendszer a telephelyek térképfelületeit ún. **Projekt**ekben tárolja. A projekt az ARCVIEW komponenseiből álló, a felhasználó igényei szerint összeállított kombináció, mely térképeket, táblázatokat, térképmellékleteket, diagramokat és fejlesztői programokat tartalmazhat. A projekt az alábbi komponensekből tevődik össze:

VIEWS Interaktív térképi ablakok, melyeken az egyes fedvények, rétegek pontként, vonalként, vagy poligonként különböző jelkulcsi elemekkel jeleníthetők meg. Az egyes térképi objektumok lekérdezhetőek, térbeli elemzések végezhetők velük. A rendszer kezelője a rendelkezésre álló SHP kiterjesztésű állományokból tetszőlegesen állíthat össze térképeket.

TABLES Az ARCVIEW saját táblázatkezelője, mely a leíró adatokat tartalmazza. A VIZINFO esetében a táblázatkezelőt csak azonosító adatok tárolására használjuk, további adatok a külső, MSACCESS adatbázis kezelőben tárolódnak.

CHARTS Az ARCVIEW diagram szerkesztője, mely képes a táblázatok adataiból különböző diagramokat szerkeszteni. Mivel az adatok külső adatbázis kezelőben tárolódnak, ezért a diagram-szerkesztések is ott történnek.

LAYOUTS Térképmellékletek készítésére szolgál, az ARCVIEW kijelölt komponenseiből grafikus kimenetet hoz létre. Segítségével a térképekből feliratokkal, jelkulccsal, méretarány skálával, észak jellel, valamint képekkel ellátott térképmelléklet készíthető, mely közvetlenül kinyomtatható vagy különböző adatcsere formátumban exportálható más programok számára.

SCRIPTS Az ARCVIEW fejlesztői környezete, mely az AVENUE programnyelv segítségével programozható.

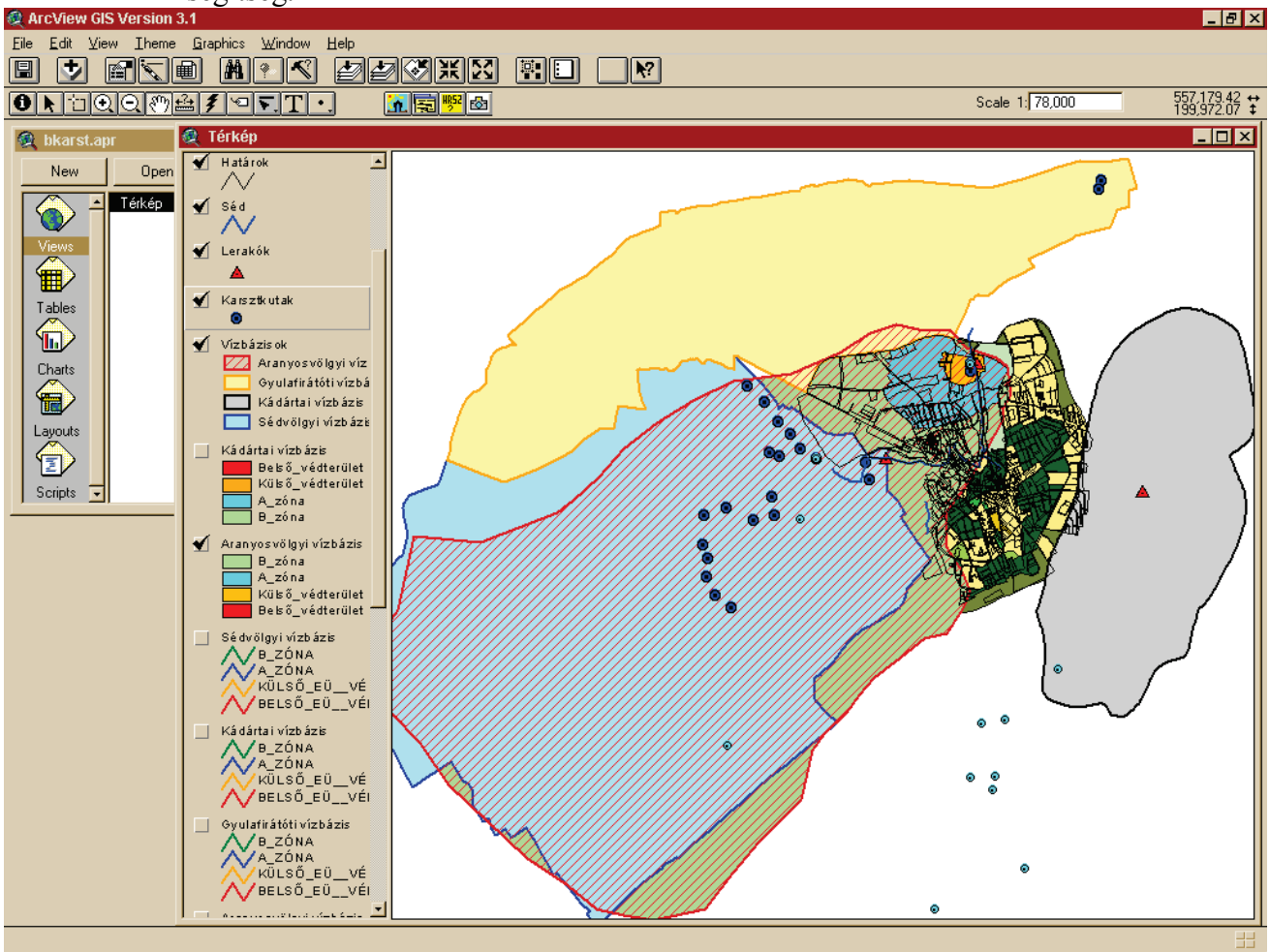
A felsorolt komponensek egyszeri rákattintással válnak aktívvá, melynek során az ikonok melletti ablakban megjelenik az adott komponens felületeinek listája. A felületek dupla kattintással vagy az **OPEN** nyomógombbal nyithatók meg. A folyamat során megnyílik a választott felület ablaka, a kezelői felület felső részén pedig három sorban menü, nyomógombok és eszközök jelennek meg. A menü, nyomógomb- és eszköztár az ARCVIEW egyes komponenseinek esetében eltérő.
A térképkezelő felület alapelemei:

Menü A felső sorban legördülő menü működik. Rákattintás előtt a kezelői felület alsó sorában rövid súgó segíti a felhasználókat a menüpont funkciójáról.

Nyomógomb A kezelői felület második sora tartalmazza a nyomógombokat, melyek szimpla rákattintással működnek. Aktiválás esetén a program egyszer végrehajtja a kiválasztott nyomógombhoz kötött funkciót.

Eszköz A kezelői felületen a harmadik sorban helyezkednek el az eszközök, melyek külső megjelenésükben nem különböznek a nyomógomboktól. Funkciójukat tekintve azonban nem egyszeri, hanem folyamatos működésűek, mely a kurzorral kapcsolódik össze. Az eszköz egyszeri kattintásra aktívvá válik, s mindaddig aktív marad, amíg új eszközt nem választunk. A térképi ablakban ezután objektumo(ka)t, ponto(ka)t, területet kell a kurzorral kijelölni, mely(ek)hez az eszköz funkciója kötődik (pl. adattábla lekérdezés, mérések, nagyítás). Egyszerre csak egy eszköz lehet aktív, de közben a menü és a nyomógombok továbbra is működtethetők.

Kurzor A kurzor főként az előbbi pontokban tárgyalt menü, nyomógombok és eszközök összetett funkcióit egészíti ki. Léteznek azonban olyan műveletek, melyek csak a kurzor hatására, önállóan lépnek működésbe. Ilyen funkció például az automatikus súgó. A nyomógombokra vagy eszközökre rákattintás nélkül állva, néhány másodperc múlva megjelenik a gombok státusza, illetve a felület alsó sorában rövid segítség.

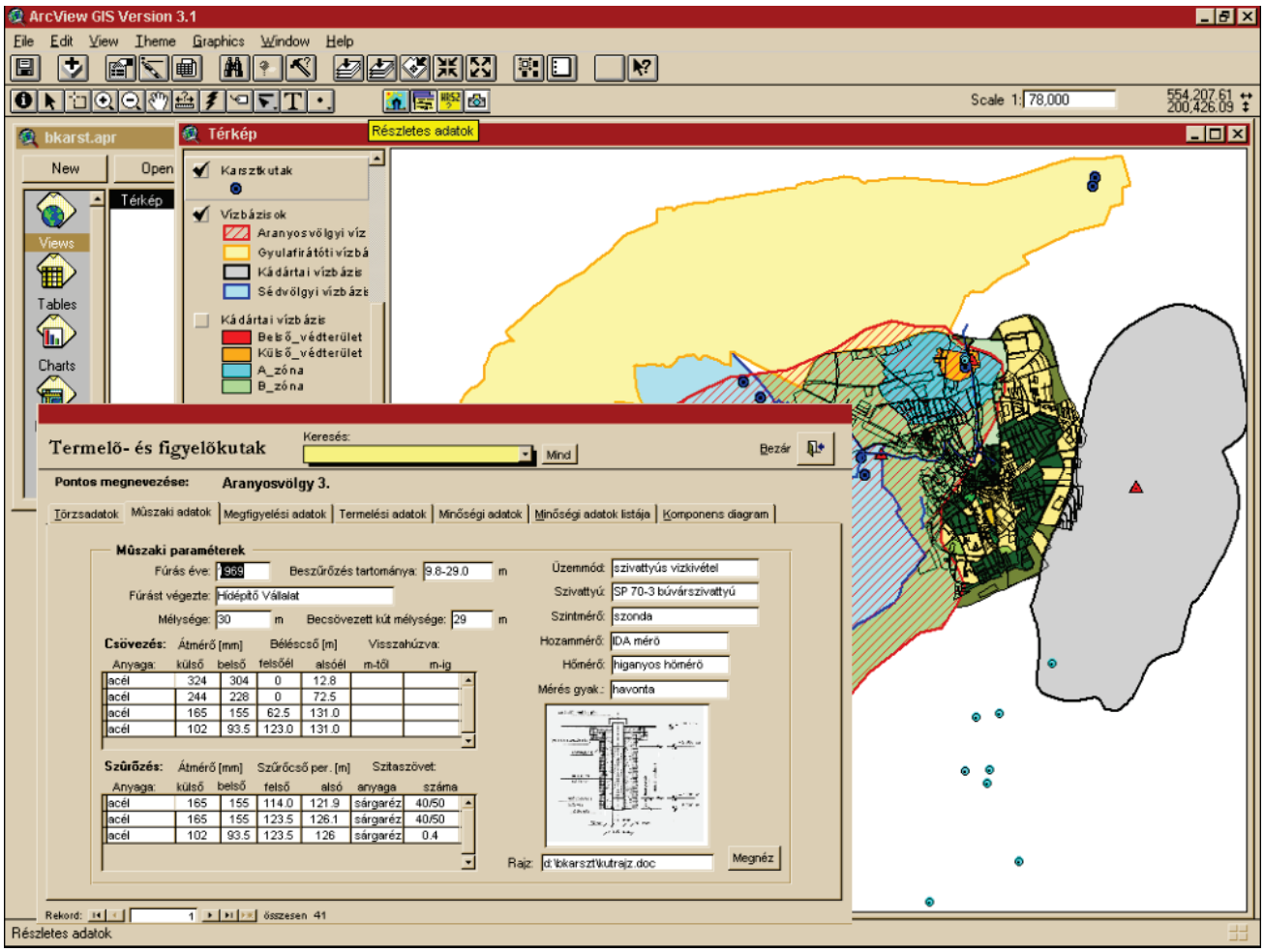


5.2.1-1. ábra Rétegrend nézet az ArcView-ben

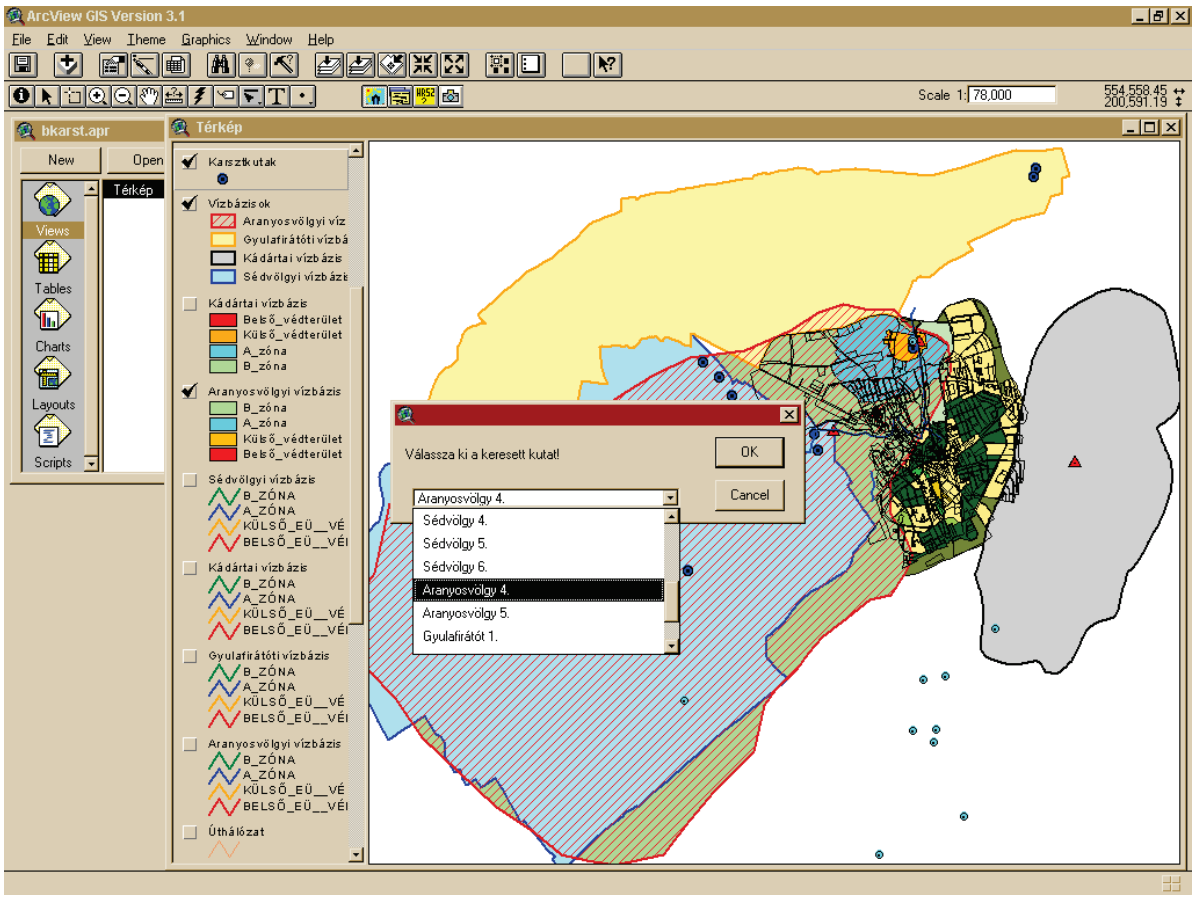
A **VIZINFO** Vízbázisvédelmi Információs Rendszer esetében a vízbázisok és objektumainak térképei a vízbázisvédelmi feladatok elvégzése érdekében állt össze egy projektbe. Ez a projekt egy APR kiterjesztésű file-t jelent, mely az operációs rendszer felületére definiált **TÉRKÉP** ikonról automatikusan meghívható.

A térképkezelőben a rendelkezésre álló digitális állományokból több térképi felületet lett kialakítva. A vízbázisok térképein az egyes vízbázisokhoz kapcsolódó legfontosabb objektumok vannak feltűntetve. Az objektumok rétegeiről (pl. vízbázisok, termelő kutak, illegális lerakók) az adatbázisban tárolt adatok a **Részletes adatok** eszköz segítségével indíthatók el. A **Részletes adatok** eszköz használata mellett a kérdéses objektumra mutatva, az MSACCESS-ben működő külső adatbázis kerül előtérbe és aktívvá válik az objektum űrlapja. A térképkezelőbe az űrlap bezárása után lehet visszatérni.

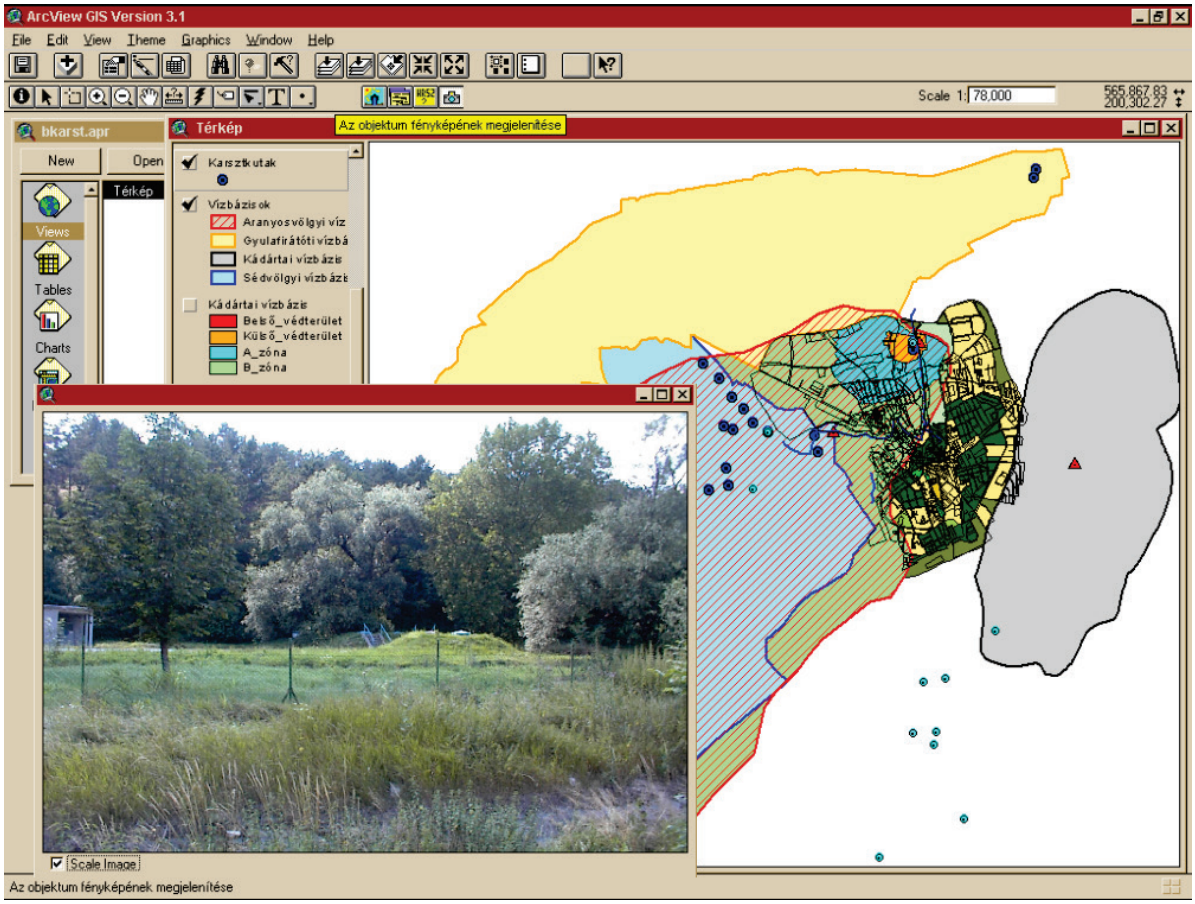
A **Kút keresése** és az **Objektum fényképének megjelenítése** eszköz segítségével adott kút név szerint kikereshető, valamint bármely objektum fényképe megjeleníthető.



5.2.1-2. ábra ArcView adatkezelő felülete I.



5.2.1-3. ábra ArcView adatkezelő felülete II.



5.2.1-4. ábra ArcView adatkezelő felülete III.

5.2.2 A vízbázisvédelmi információs rendszer adatbázisa

A Bakonykarszt Rt számára készült **VIZINFO** Vízbázisvédelmi Információs Rendszer adatbázisa az MSACCESS adatbáziskezelő rendszer fejlesztésével készült. A program általános kezelése az MSACCESS általános működésén alapul, mely az alábbi komponensekből épül fel:

Táblák A táblák jelentik az adatbázis adatállományát, bennük lehet egy-egy információcsoport adatait (pl. termelő kutak, lerakók) adatait tárolni. A táblák sorokból és oszlopokból állnak.

Űrlapok Az adatbevitel eszközei, melyek segítségével az adatok felvétele, módosítása, törlése nem közvetlenül a táblákban, hanem egy jól áttekinthető felületen történik. A lapon különböző magyarázatok, nyomógombok és egyéb funkciók helyezhetők el. Az űrlap mezőibe kerülő adatok azonban a táblák megfelelő rekordjaiban tárolódnak.

Lekérdezések A lekérdezések segítségével lehet kigyűjteni, listázni, elemezni a táblák adatait. A lekérdezés egy, de legtöbbször több tábláról gyűjti ki az adatokat különféle feltételek megadásával.

Jelentések A jelentések segítségével egy jól definiált nyomtatási formát lehet adni a táblák adatainak. Információtartalmuk a táblákból, lekérdezésekből származik.

Makrók A makró olyan egy vagy több műveletet tartalmazó készlet, melynek műveletei meghatározott funkciót látnak el. Segítségükkel automatikusan hajthatunk végre feladatokat, indíthatunk alprogramokat.

Modulok A modulok Visual Basic nyelven írt programok, melyek segítségével az MSACCESS környezete fejleszthető, programozható. Hatásukra a táblák, lekérdezések, űrlapok funkciói automatizálhatók.

A **VIZINFO** Vízbázisvédelmi Információs Rendszer adatbázisa az MSACCESS bemutatott komponenseinek felhasználásával készült. Az adatokat a **Táblák** tartalmazzák, melyek kigyűjtése, összegzése a **Lekérdezések**kel történik. A fejlesztés során különböző **Modulok**kal és **Makrók**kal egy felhasználóbarát környezetet alakítottak ki a fejlesztők. Ennek eredményeként a felhasználó munkája során csak jól áttekinthető **Űrlapok**kal, illetve **Jelentések**kel találkozik, az MSACCESS többi komponense a háttérben dolgozik.

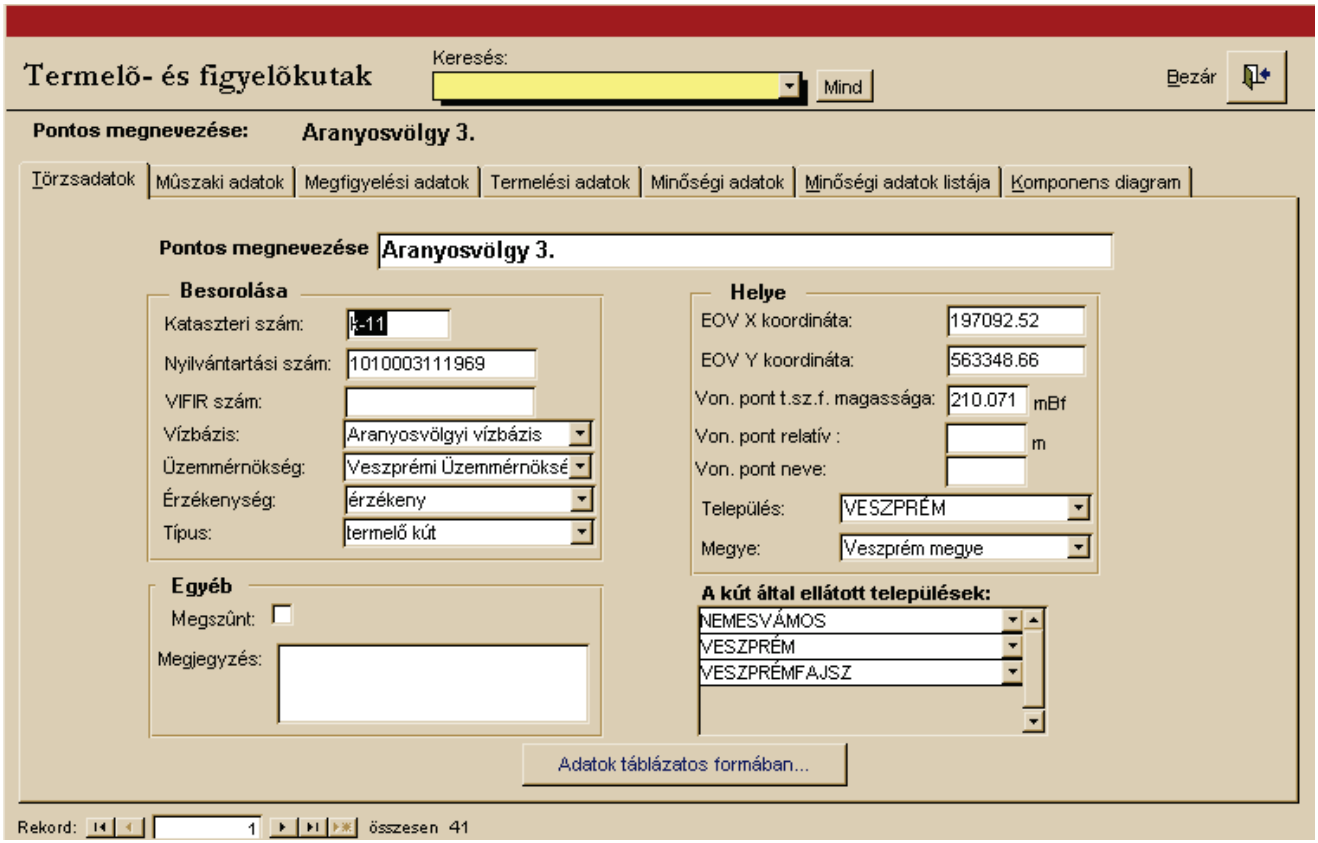
A fejlesztett rendszer egy MDE kiterjesztésű file-ban található meg, mely az operációs rendszer kezelői felületére definiált ikonról automatikusan meghívható.

Az indítás után elsőként a rendszer **Főmenü**je jelenik meg:

5.2.2-1. ábra Vízbázisvédelmi Információs Rendszer nyitóképernyője

Az **Adatok** menüpontban az adatkezelés általános funkciói valósíthatók meg az éppen aktuális űrlapon. Az űrlapon megjelenő adatokon lehet engedélyezni, illetve befejezni a javítást, lehetőség van új rekord bevitelére, valamint meglévő rekord törlésére. A munka befejezése után e menüpontban lehet kilépni a programból.

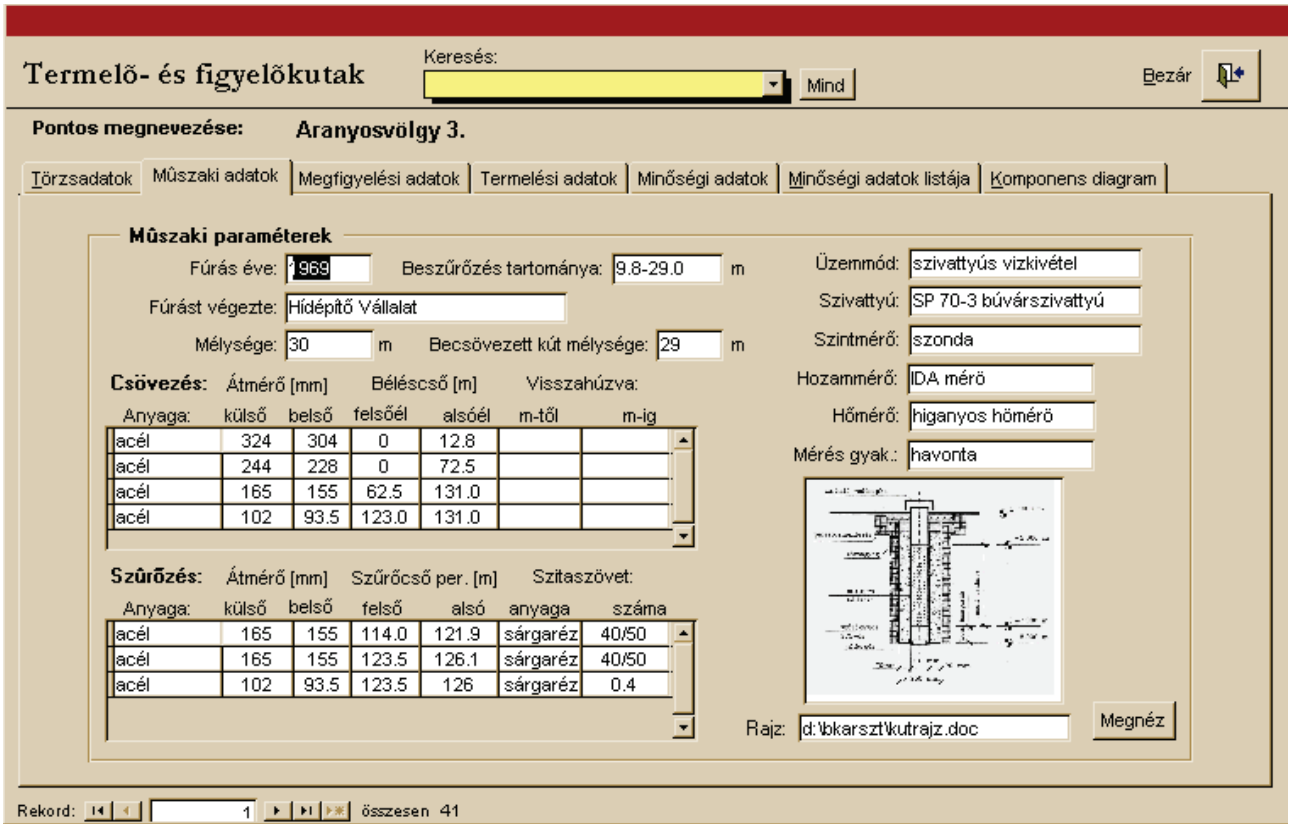
A **Kutak** menüpont az egyes vízbázisokhoz tartozó ivóvíztermelő, illetve megfigyelő kutak adatainak nyilvántartására szolgál. Az űrlap felső részén található **Kereső** mező segítségével egy-egy kút kiválasztására nyílik lehetőség. A **Törzsadatok** lapon lehet az egyes kutakra vonatkozó általános adatokat regisztrálni. A besoroláshoz szükséges adatokhoz tartoznak a különféle kataszteri és nyilvántartási számok, vízbázis, üzemmérnökség, érzékenység és típus. Ezen a lapon lehet a kút helyzetére vonatkozó adatokat is rögzíteni (EOV X, Y, ill. Tengerszint feletti magasság, vonatkoztatási pont, település, megye). Lehetőség van a kút által ellátott települések kiválasztására, valamint egyéb megjegyzések felvételére. Az adatok táblázatos formában is megjeleníthetőek, nyomtathatóak.



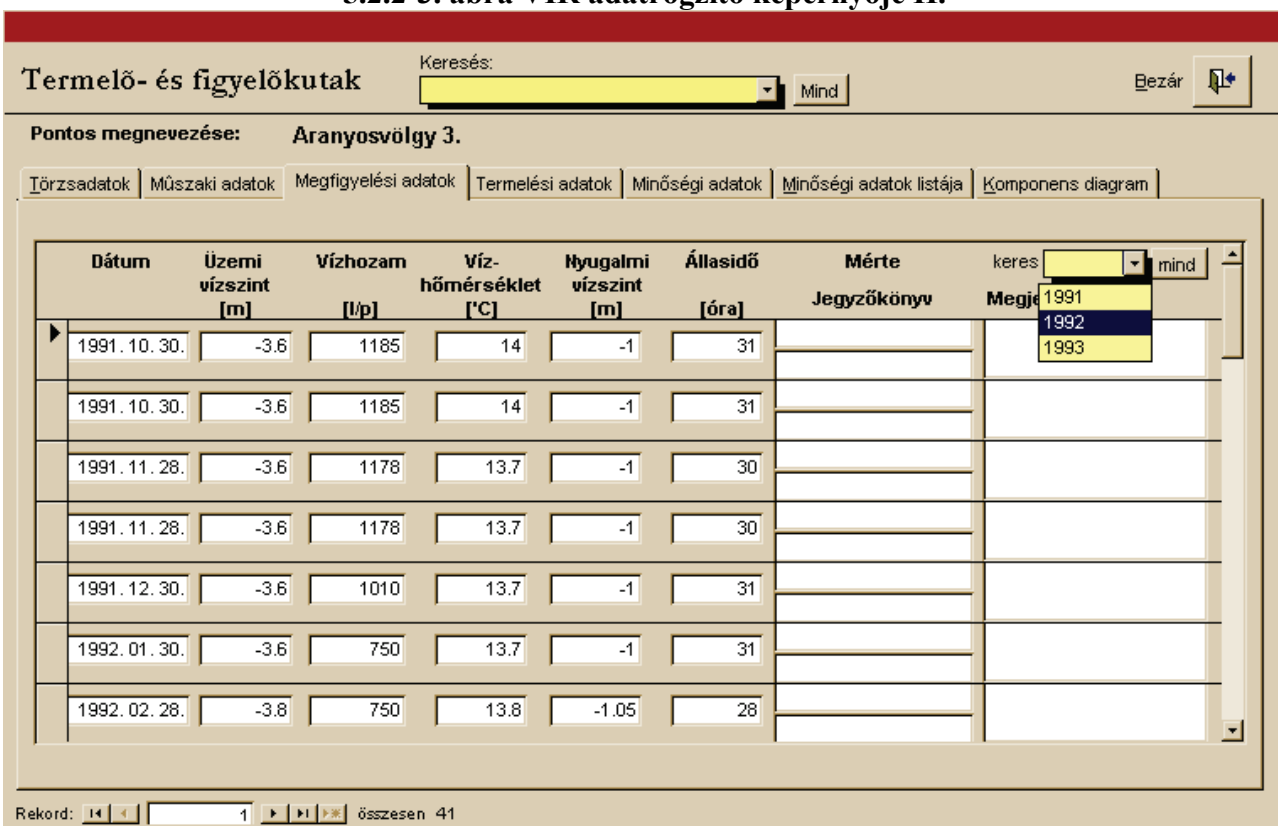
5.2.2-2. ábra VIR adatrögzítő képernyője I.

A **Műszaki adatok** lapra az egyes kutak legfontosabb műszaki paraméterei kerülnek (fúrás éve, fúrást végző, fúrt kút mélysége, becsövezett kút mélysége, beszűrőzés tartománya). Lehetőség van a vízföldtani naplókban szereplő részletes csövezési és szűrőzési adatok felvételére. Az üzemmód mellett a beépített mérőműszerek (szivattyú, szintmérő, hozammérő, hőmérő) is nyilvántarthatóak. Ha a kút műszaki rajza rendelkezésre áll digitális állományként, akkor a kép az elérési útvonal megadásával megjeleníthető.

A **Megfigyelési adatok** lapon az egyes kutakon végzett rendszeres megfigyelések adatai rögzíthetőek (dátum, üzemi vízszint, vízhozam, vízhőmérséklet, nyugalmi vízszint, állásidő, mérést végző, jegyzőkönyv). A munka megkönnyítésére az adatállományból év szerinti keresést lehet végezni.

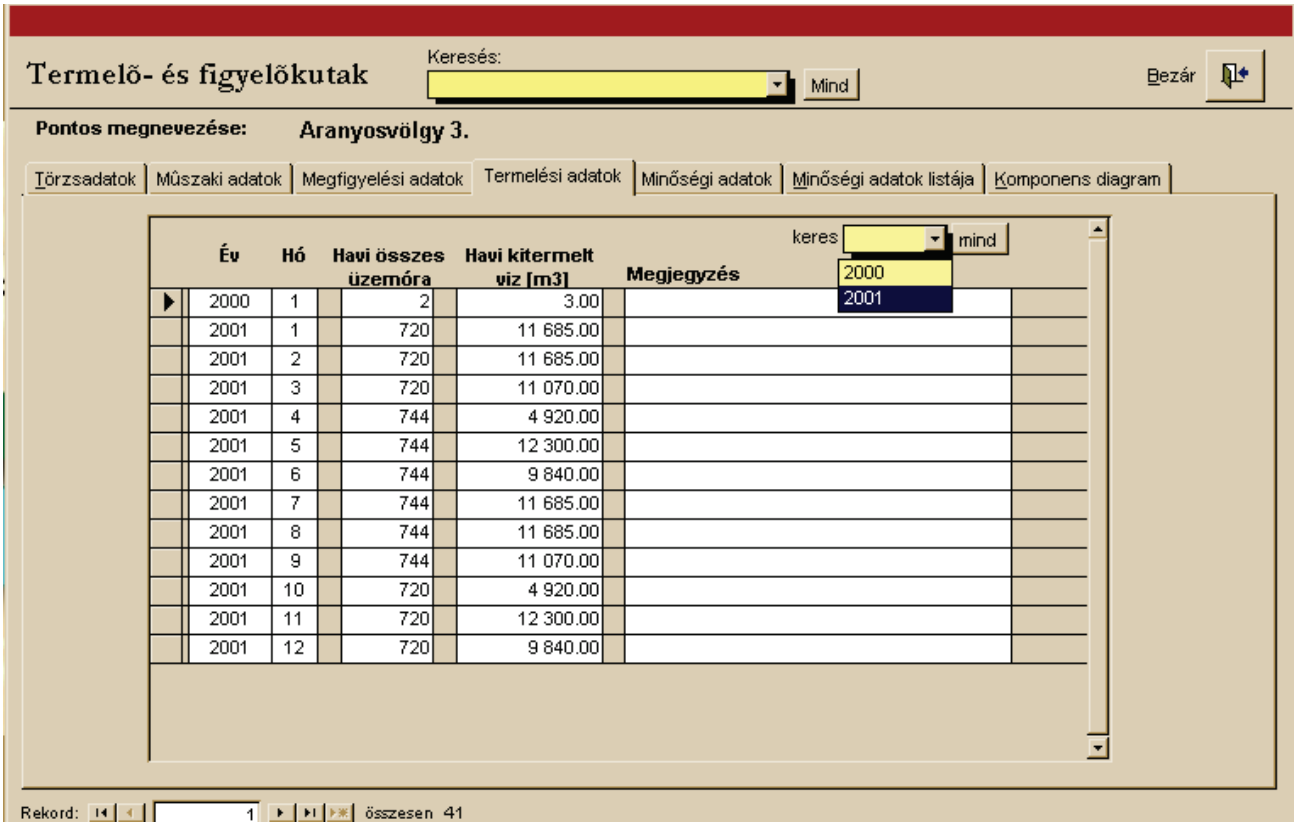


5.2.2-3. ábra VIR adatrögzítő képernyője II.



5.2.2-4. ábra VIR adatrögzítő képernyője III.

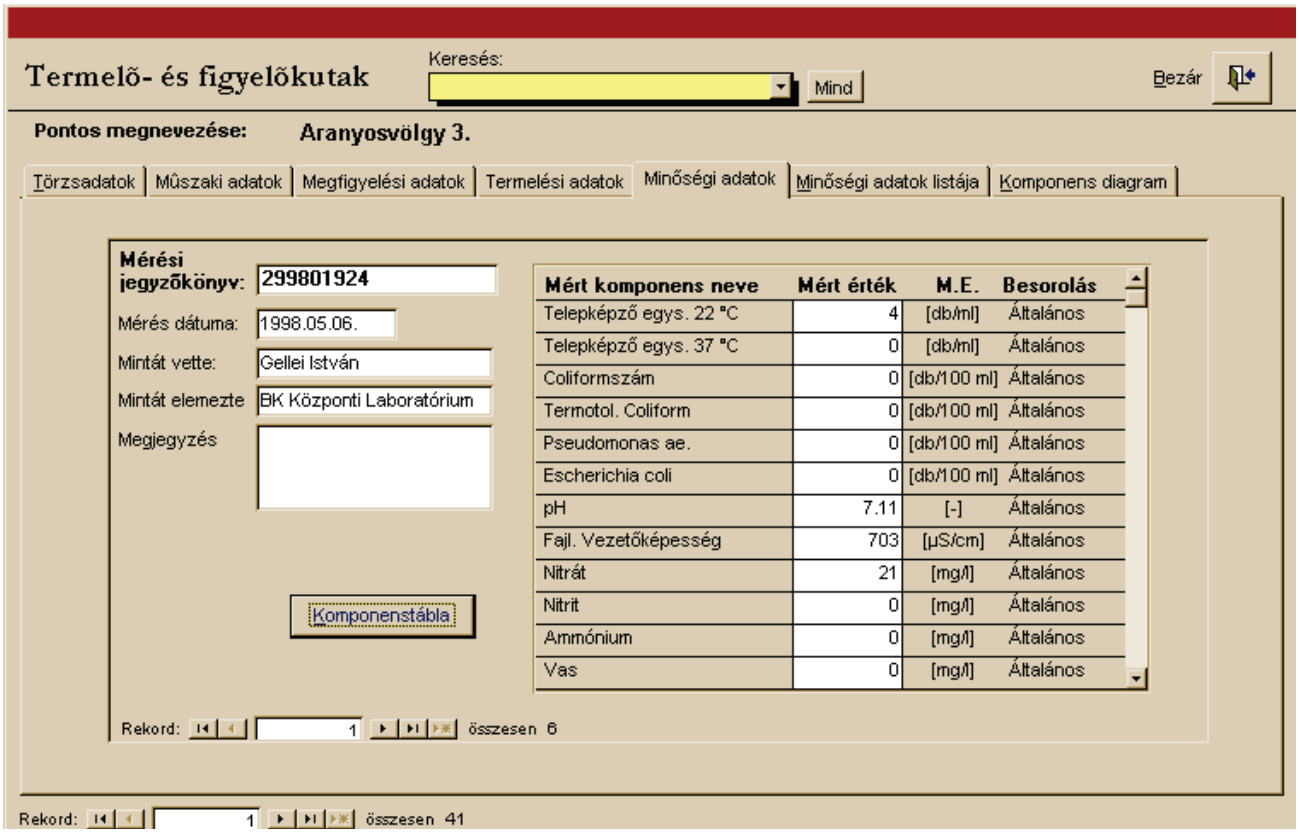
A **Termelési adatok** lapon az egyes kutakon mért termelési adatok vehetők fel (év, hó, havi összes üzemóra, havi kitermelt vízmennyiség). Az adatállományból év szerinti szűrést lehet végezni.



Év	Hó	Havi összes üzemóra	Havi kitermelt víz [m3]	Megjegyzés
2000	1	2	3.00	
2001	1	720	11 685.00	
2001	2	720	11 685.00	
2001	3	720	11 070.00	
2001	4	744	4 920.00	
2001	5	744	12 300.00	
2001	6	744	9 840.00	
2001	7	744	11 685.00	
2001	8	744	11 685.00	
2001	9	744	11 070.00	
2001	10	720	4 920.00	
2001	11	720	12 300.00	
2001	12	720	9 840.00	

5.2.2-5. ábra VIR termelési adatok I.

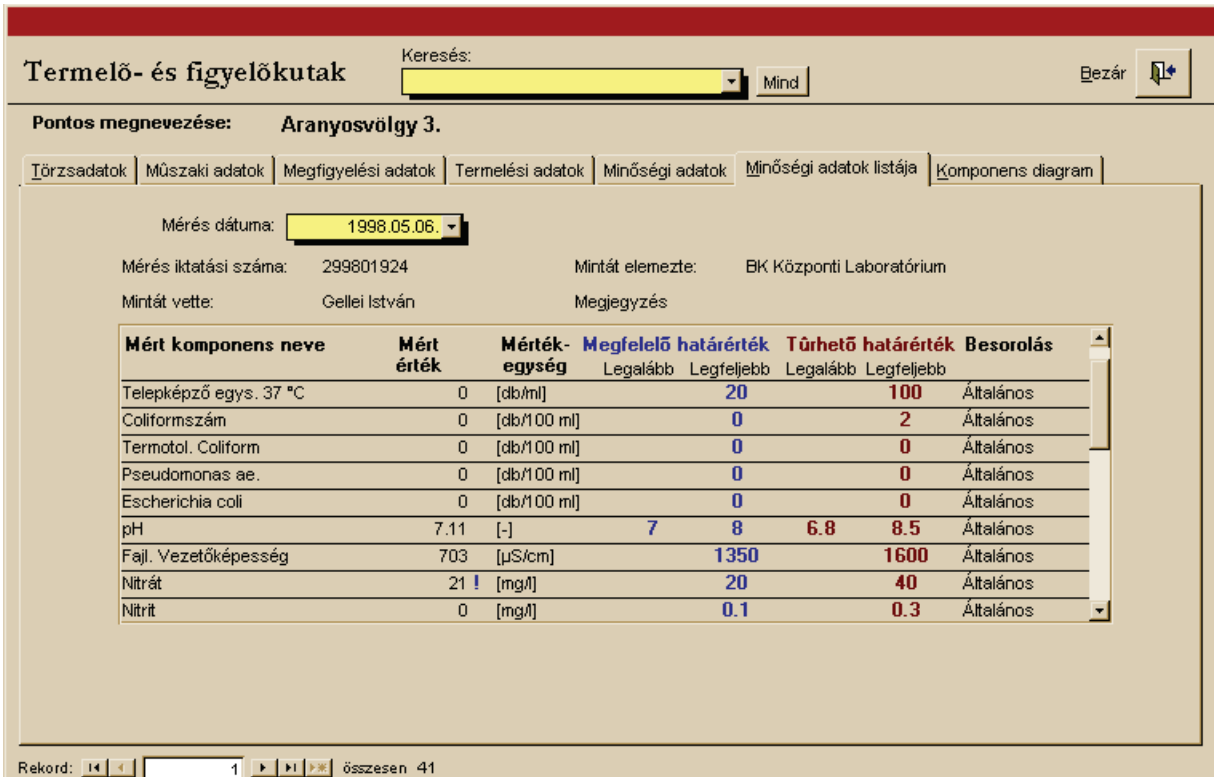
A **Minőségi adatok** lapon a kiválasztott kút vízminőségi adatai vihetők be. Egy-egy kúthoz több vízelemzés is tartozhat, amit a mérési jegyzőkönyvvel, mérés dátumával, a mintavevő nevével és a mintaelemzővel lehet definiálni. A mért értékeket a megadott komponensek táblázatába lehet felvinni. A Komponenstábla nyomógomb segítségével lehetőség van a komponensek körének bővítésére, a meglévők javítására. Ebben az esetben egy új űrlap jelenik meg, melyen a komponensek azonosítási adatai tűnnek fel (Komponens neve, Rövid neve, Mértékegység, Megfelelő és Tűrhető min./max. határértékek, Általános vagy egyedi komponens-e).



Mért komponens neve	Mért érték	M.E.	Besorolás
Telepképző egys. 22 °C	4	[db/ml]	Általános
Telepképző egys. 37 °C	0	[db/ml]	Általános
Coliformszám	0	[db/100 ml]	Általános
Termotol. Coliform	0	[db/100 ml]	Általános
Pseudomonas ae.	0	[db/100 ml]	Általános
Escherichia coli	0	[db/100 ml]	Általános
pH	7.11	[-]	Általános
Fajl. Vezetőképesség	703	[µS/cm]	Általános
Nitrát	21	[mg/l]	Általános
Nitrit	0	[mg/l]	Általános
Ammónium	0	[mg/l]	Általános
Vas	0	[mg/l]	Általános

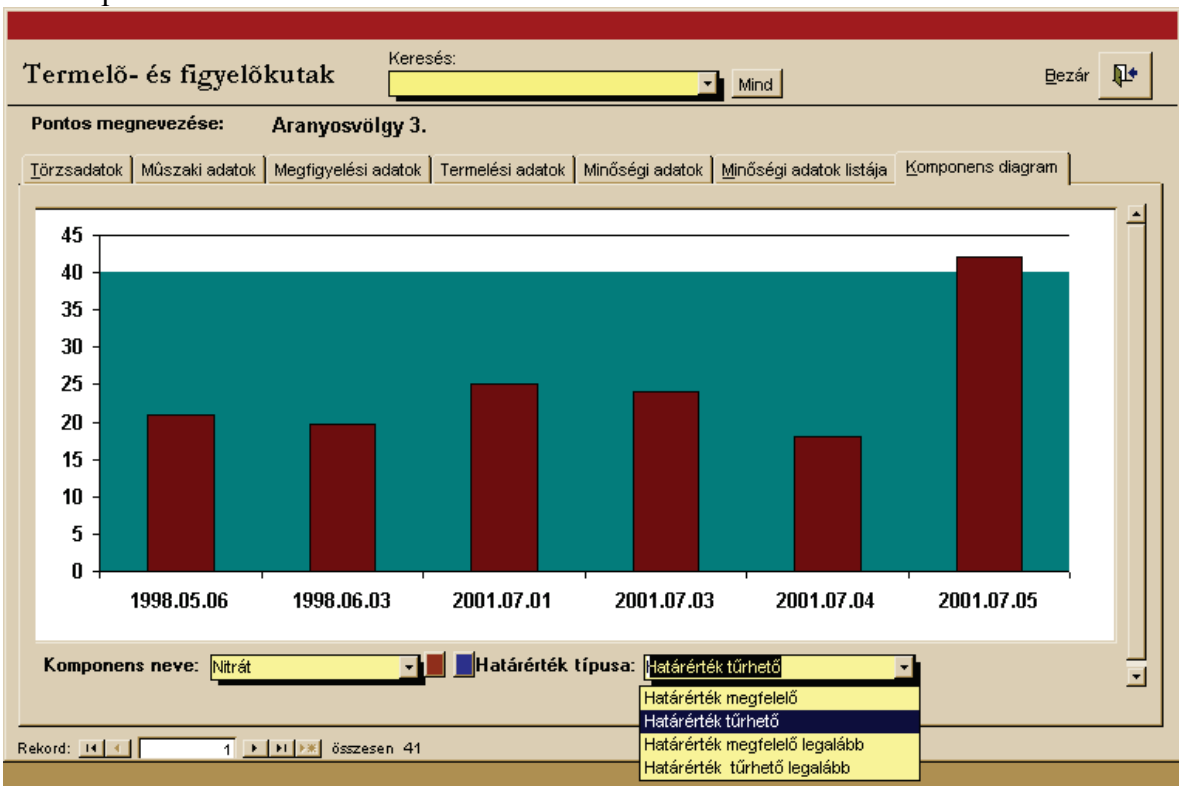
5.2.2-6. ábra VIR termelési adatok II.

A **Minőségi adatok listája** lap kiválasztott kút vízminőségi adatait összegzi (nem szerkeszthető). A vízelemzési adatlapok közül a **Mérés dátuma** kereső mezővel lehet egyet kijelölni. A választás után az űrlapon megjelennek a **Minőségi adatok** lapon felvett adatok. A táblázatba csak azok a komponensek kerülnek be, melyekről van az adatbázisban adat. A listában fel vannak tüntetve az adott komponensre vonatkozó határértékek, a túllépést a mért érték mellett megfelelő színben megjelenő felkiáltójel jelzi.



5.2.2-7. ábra VIR termelési adatok III.

A **Komponens diagram** lapon az adatbázisban szereplő adatok alapján az aktuális kút vízminőségére automatikusan diagram készül. Az űrlap alsó részén kombinált listák segítségével kell kiválasztani a vizsgált komponenst, illetve a diagram hátterébe összehasonlításként kerülő határérték típusát.

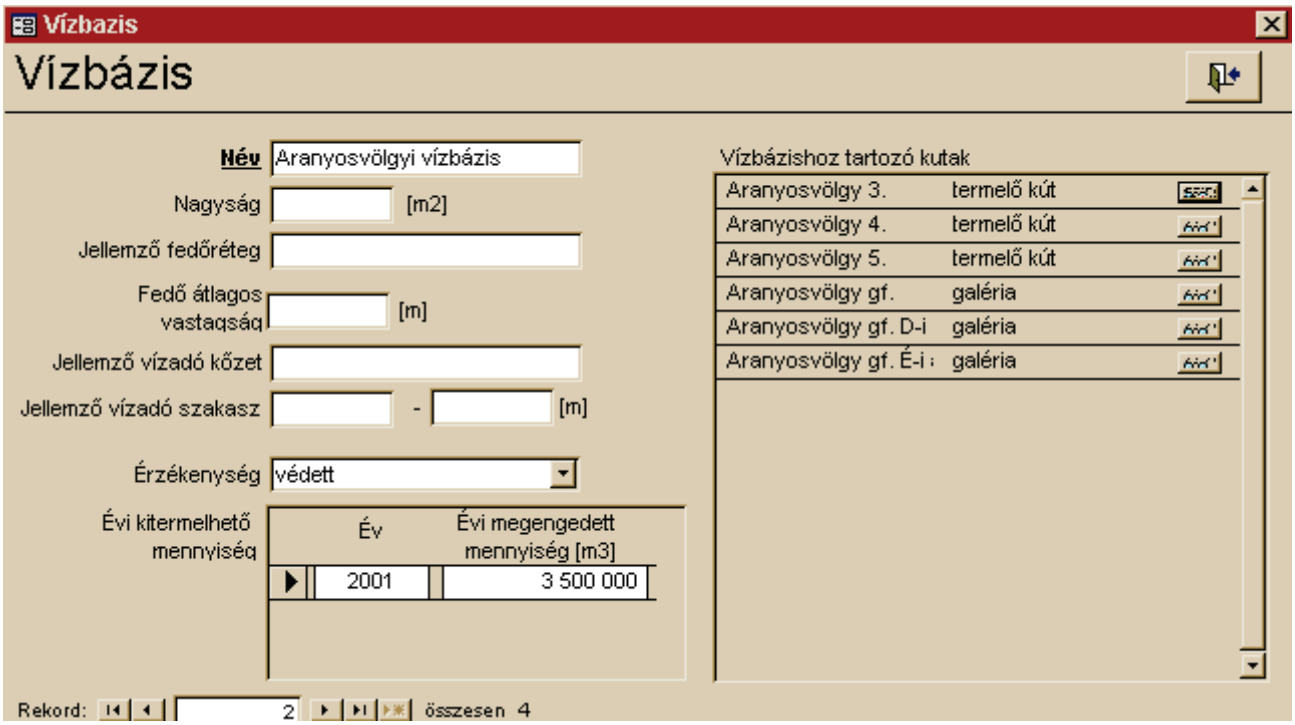


5.2.2-8. ábra VIR termelési adatok IV.

A **Felszíni víz** menüpontban a felszíni vizek (Veszprémi-Séd) minőségét befolyásoló objektumok, kibocsátási és mintavételi pontok, szennyvíztisztító műtárgyak nyilvántartása történik.

A **Vízbázis** menüpont a vízbázisra vonatkozó adatok nyilvántartására szolgál, melyet két téma köré van csoportosítva.

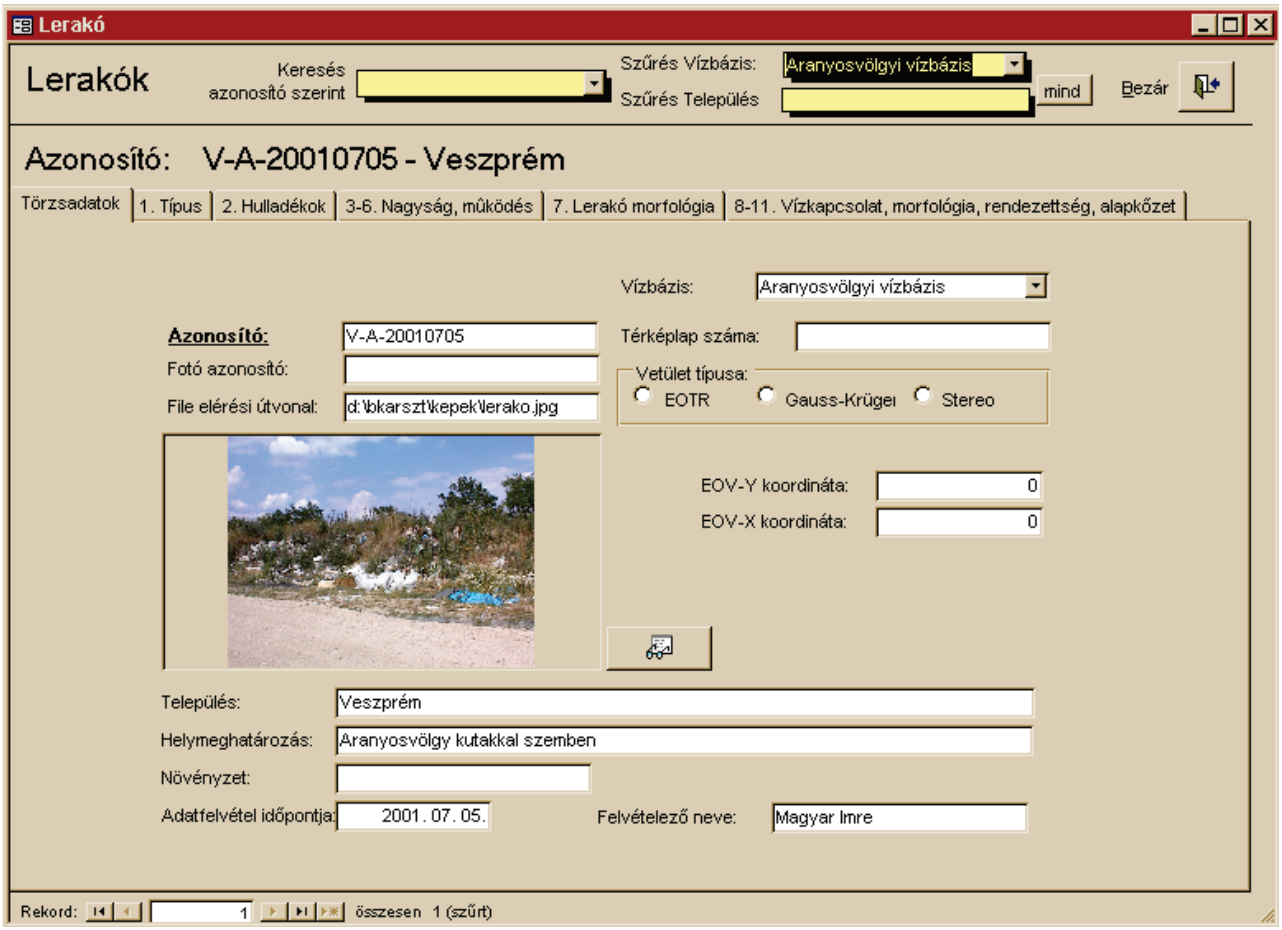
A **Vízbázis** adatai között azonosító adatok (név, nagyság) és jellemző leíró adatok (fedőréteg anyaga, vastagsága, vízadó kőzet, vízadó szakasz, érzékenység) szerepelnek. Az idősoros adatok között lehetőség van a vízbázisból hatóságilag megengedett kitermelhető éves mennyiségeket megadni. Az űrlap jobb oldalán a vízbázishoz tartozó kutak listája jelenik meg, melyről az egyes kutak űrlapja is aktiválható.



5.2.2.-9. ábra VIR vízbázis adatlap

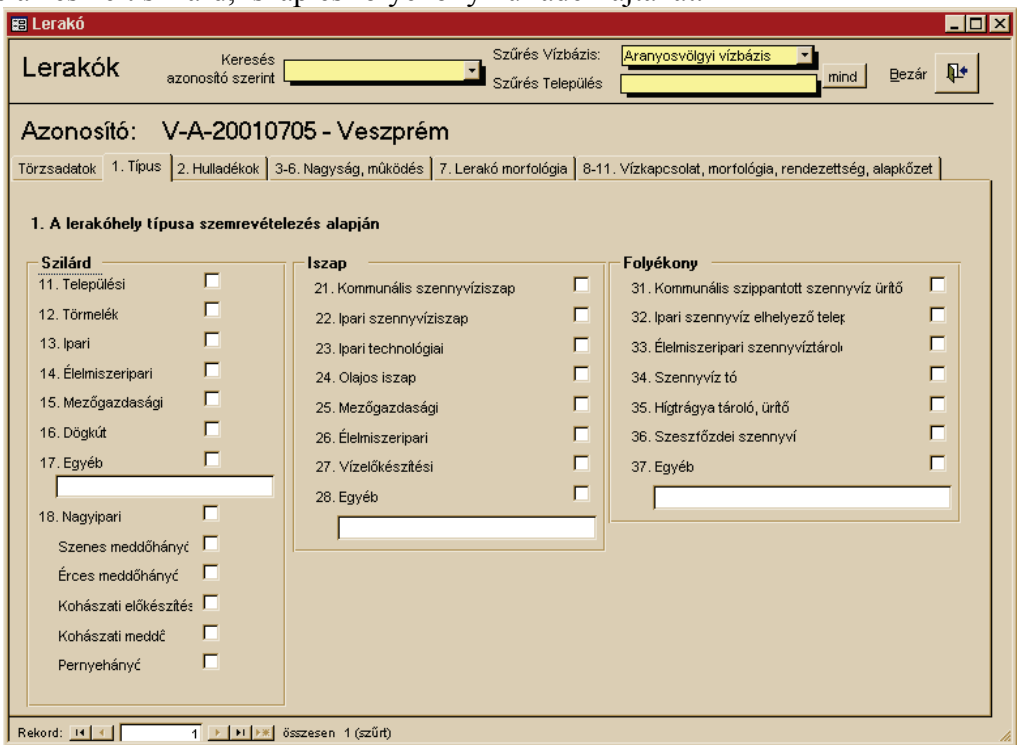
A **Lerakók** űrlap az egyes vízbázisokon felmért lerakók adatlapjainak felvételére szolgál. A lerakók közül azonosító szerint lehet keresni, illetve vízbázis és település szerint szűrni.

A **Törzsadatok** lapon a lerakók azonosítói (azonosító, fotó azonosító), általános jellemzői (település, vízbázis, hely- és növényzet leírás, felvétel ideje, felvételező) regisztrálhatók. A nyilvántartás alkalmas digitális képállományok felvitelére és megjelenítésére az elérési útvonal megadásával. A pontosabb helymeghatározás a térképlap számának, illetve az EOV-koordináták megadásával történhet.



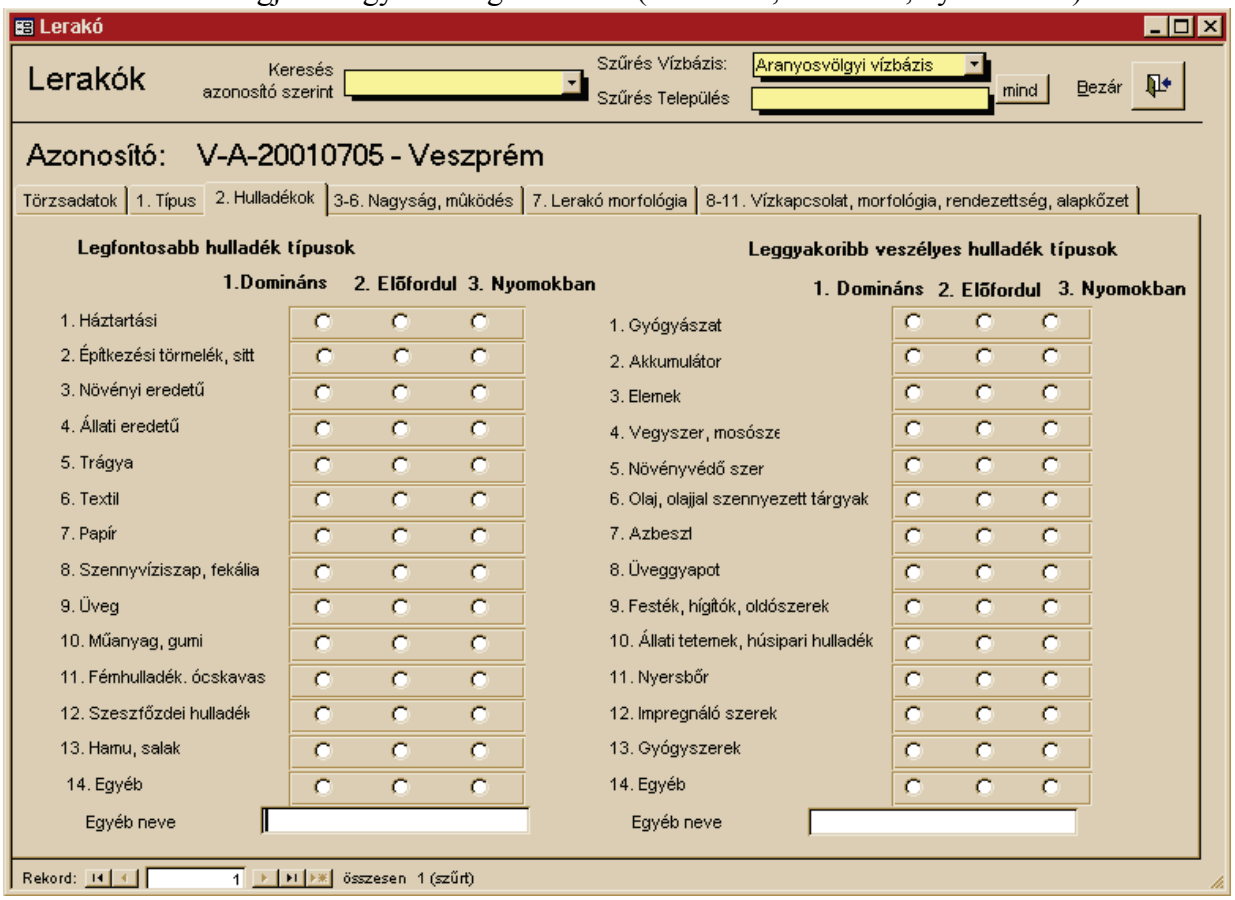
5.2.2-10. ábra VIR Lerakók adatlap I.

A **Típus** lapon a lerakóhely szemrevételezés alapján megítélt típusát lehet meghatározni, megjelölve az észlelt szilárd, iszap és folyékony hulladékfajtákat.



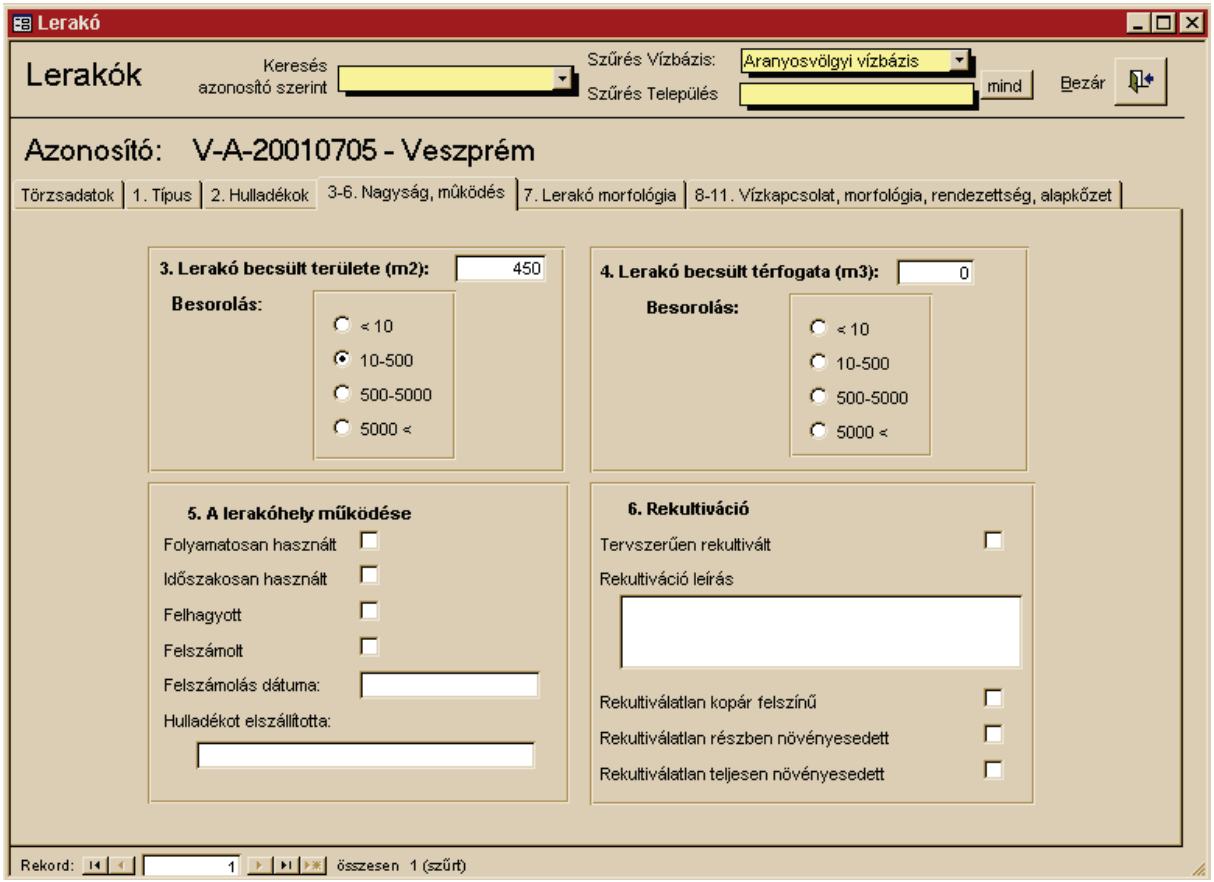
5.2.2-11. ábra VIR Lerakók adatlap II.

A **Hulladékok** lapon a szemrevételezés alapján észlelt hulladékokat és veszélyes hulladékokat lehet megjelölni gyakoriságuk szerint (domináns, előfordul, nyomokban).



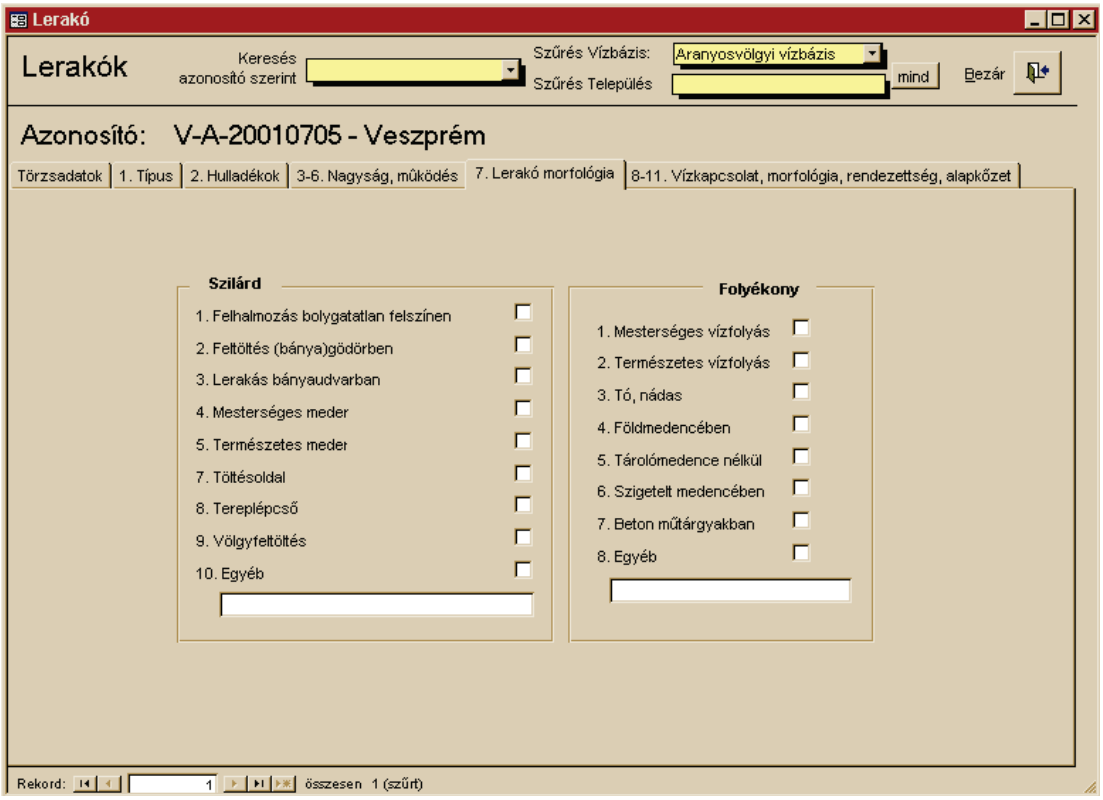
5.2.2-12. ábra VIR Lerakók adatlap III.

A **Nagyság, működés** lapon a lerakó becsült területét, térfogatát lehet megadni és nagysága szerint csoportosítani, valamint a működésére (használat, felhagyás, felszámolás) és rekultivációjára vonatkozó adatokat lehet nyilvántartani.



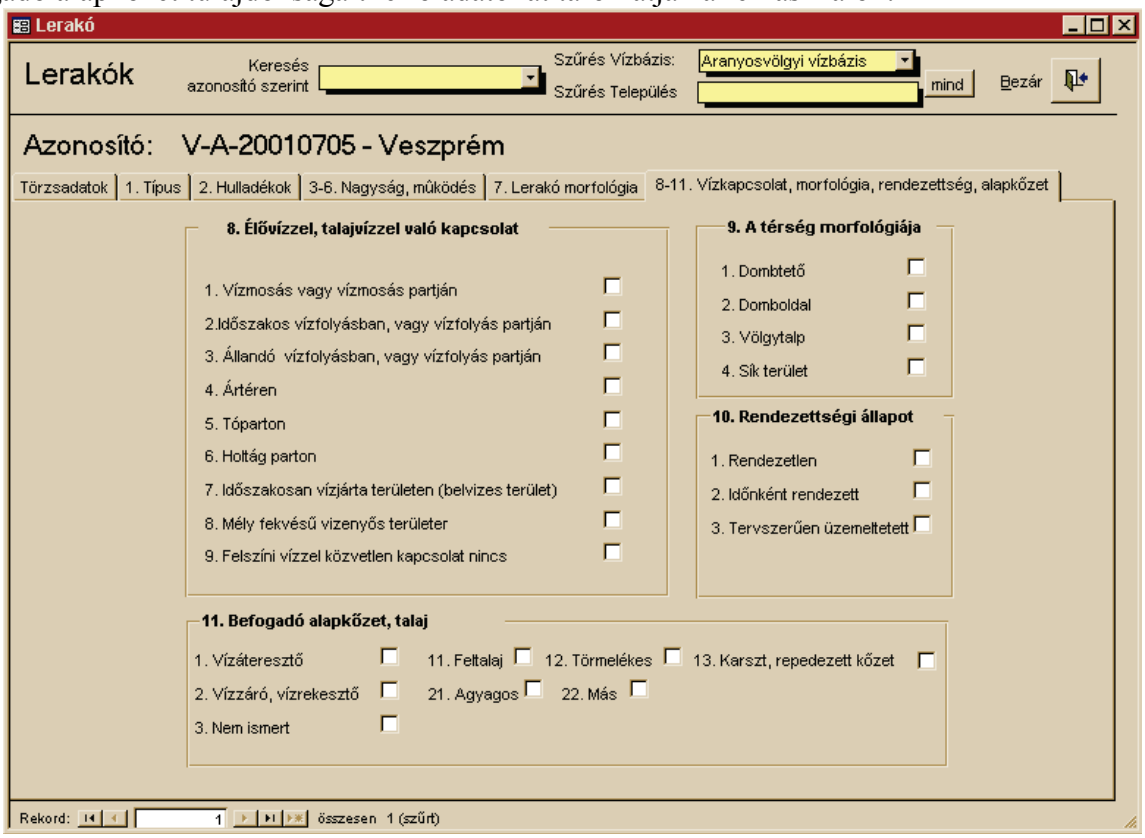
5.2.2-13. ábra VIR Lerakók adatlap IV.

A **Lerakó morfológia** lapon a lerakó morfológiáját lehet meghatározni a szilárd és folyékony hulladék előfordulása szerint.



5.2.2-14. ábra VIR Lerakók adatlap V.

A **Vízkapcsolat, morfológia, rendezettség, alapkőzet** lapon a lerakó élővízzel, talajvízzel való kapcsolatának, a térség morfológiájának jellemzőit, a lerakó rendezettségi állapotát és a befogadó alapkőzet tulajdonságait leíró adatokat tárolhatják a felhasználók.



5.2.2-15. ábra VIR Lerakók adatlap VI.

A **Kimutatások** menüpontban az adatbázisban szereplő vízbázisvédelmi adatok alapján automatikusan különböző kimutatások, listák, jelentések készülnek nyomtatható formában, melyek biztosítják a Bakonykarszt Rt munkájához szükséges időszakos jelentések mellékleteit.

5.2.2-16. ábra VIR kimutatások

Ilyen például a kutak összesítő táblázata, mely a figyelő- és termelő kutak főbb törzsadatait listázza

Veszprémi figyelő- és termelőkutak összesítése

Kút neve	*Kat. Szám*	*Nyilv szám*	*EOV X*	*EOV Y*	*Mag. mBf*	*F. év*	*F.mély.*	*Fúrást végezte*	*	**	***
Aranyosvölgy 3.	k-11	1010003111969	197092.52	563348.66	210.071	1969	30	Hídépítő Vállalat	29	9.8-29.0	☐
Aranyosvölgy 4.	k-12	1020003112969	196949.72	563335.08	210.784	1969	30	Hídépítő Vállalat	30	3.6-30.0	☐
Aranyosvölgy 5.	k-13	1030003113969	197091.69	563336.4	210.606	1969	30	Hídépítő Vállalat	28.9	16.9-28.9	☐
Aranyosvölgy gf.	-	1040093000949			211.86	1949					☐
Aranyosvölgy gf. D-i ág	-	1040093000949			211.86	1949					☐
Aranyosvölgy gf. É-i ág	-	1040093000949			211.86	1949	2.9				☐
Csatárvölgy 1.	k-24	1050009124978	195544.83	560129.47	240.4	1978	95		82.94	21.0-82.94	☐
Csatárvölgy 2.	k-25	1060010125978	195600.3	559974.15	241.75	1978	100		92.1	25.6-92.1	☐
Fejesvölgy gf.	-	1070093000896			241.945	1896					☑
Gyulafirátót 1.	k-2	1080012102978	200168.04	565511.62	200.469	1978	120		101	71-101	☐
Gyulafirátót 2.	k-3	1090025103978	200005.75	565476.1	198.126	1981	250	OF KFV	237.5	45-237.49	☐
Gyulafirátót 3.	k-6	1120010106981			197.86	1980	100.5	OF KFV	100.5	28.4-100.5	☐
Gyulafirátót 4.	k-7	1130010107980			199.762	1980	103	OF KFV	103	25.8-103	☐
Gyulafirátót 5.	k-5	1110010105980			202.02	1980	102.9	OF KFV	102.9	29.87-102.9	☐
Gyulafirátót 6.	k-4	1100010104980			203.205	1980	107	OF KFV	107	25-107	☐
Gyulafirátót fk.(Hajmáskéri út)	k-8	1140018108982			202.5	1982	182	OF KFV	177.6	132.2-177-63	☐
Kádárta gf.	-	1150093000972			198.4	1972	2.9				☐
Kádárta gf. (Temető felől)	-	1150093000972			198.4	1972					☐
Kiskuti fk.	k-18	1160012118975	195436.73	561579.96	229.972	1975	120	OF KFV	120	35-120	☐
Kiskuti gf.	-	1170093000895			229.844	1895	2.9				☑
Laczkó ka.	-	1180090000957			234.522	1957	26.6				☐
Lampert gf.	-				228.124	1984					☑
Lőtéri fk.	k-10	1200015110968	195134.22	561634.47	231.348	1968	155	Közmű és Mélyépítő Vállalat	155	78.4-140	☐
Sédvölyg 1.	k-26	1210015126978	195488.18	560755.03	239.511	1978	150	OF KFV	150	26.3-135	☐
Sédvölyg 2.	k-27	1220015127978	195659.48	560482.52	237.308	1978	150	OF KFV	150	35.2-150	☐
Sédvölyg 3.	k-28	1230015128978	195913.52	560318.79	238.92	1978	150	OF KFV	150	47.91-150	☐

*: csövezett kút mélysége **: beszűrőzés mélységtartománya ***: megszünt

VIZINFO 2001.08.07. Oldal: 1/2

5.2.2-17. ábra VIR összesítő jelentés

Valamint hasonló a határérték túllépéseket automatikusan legyűjtő funkció, ahol adott időperiódusban a kutakban mért komponensek értékeit összehasonlítva a határértékekkel leválogatja, majd kiírja a kutakat és azokat a komponenseket melyek túllépik a különböző határértékeket.

Kút határérték túllépések

Év: 2001

Kút neve: / *Dátum*	*Komponens*	*Mért érték*	*'Megfelelő' határérték túllépése*	*'Tűrhető' határérték túllépése*
Aranyosvölgy 3.				
2001.07.01.	Nitrát	25 [mg/l]	!	
2001.07.03.	Nitrát	24 [mg/l]	!	
2001.07.05.	Nitrát	42 [mg/l]		!
Aranyosvölgy 4.				
2001.07.04.	Coliformszám	100 [db/100 ml]		!
2001.07.04.	Nitrát	26 [mg/l]	!	

5.2.2-18. ábra VIR határérték túllépések jelentés

6. Környezeti modellezés

6.1. Hulladékgazdálkodási modellezés, információs rendszerek

6.1.1. A hulladék fogalma, csoportosítása

A hulladék fogalma

A hulladék az az anyag, amely az ember termelő – fogyasztó tevékenysége folyamán keletkezik, és amelyet az adott műszaki, gazdasági és társadalmi feltételek mellett tulajdonosa sem felhasználni, sem értékesíteni nem tud illetve nem kíván. [1]

A hulladékgazdálkodási törvény [2] kategóriákba foglalja a hulladékot:

Q1 A továbbiakban másként meg nem határozott termelési, szolgáltatási vagy fogyasztási maradékok
Q2 Előírásoknak meg nem felelő, selejt termékek
Q3 Lejárt felhasználhatóságú, szavatosságú termékek
Q4 Kiömlött, veszendőbe ment, vagy egyéb kárt szenvedett anyagok, beleértve a baleset következtében szennyeződött anyagokat, eszközöket stb. is
Q5 Tervezett tevékenység következtében szennyeződött anyagok (tisztítási műveletek maradékai, csomagolóanyagok, tartályok stb.)
Q6 Használhatatlanná vált alkatrészek, tartozékok (elhasznált szárazelemek, kimerült katalizátorok stb.)
Q7 A további használatra alkalmatlanná vált anyagok (szennyeződött savak, oldószerek, kimerült edzősók stb.)
Q8 Ipari folyamatok maradék anyagai (salakok, üstmaradékok stb.)
Q9 Szennyezés csökkentő eljárások maradékai (gázmosók iszapja, porleválasztók pora, elhasznált szűrők, szennyvíziszapok stb.)
Q10 Gépi megmunkálás, felületkezelés maradék anyagai (esztergaforgács, reve stb.)
Q11 Ásványi nyersanyagok kitermelésének és feldolgozásának maradékai (pl. ércbányászati meddő, olajkitermelés hulladékai stb.)
Q12 Tiltott anyagokat tartalmazó termékek (PCB-tartalmú olajok stb.)
Q13 Bármely anyag vagy termék, amelynek használatát jogszabály tiltja
Q14 A birtokosa számára tovább nem használható anyagok (mezőgazdasági, háztartási, irodai, kereskedelmi és bolti hulladékok stb.)
Q15 Talajtisztításból származó szennyezett anyagok
Q16 Bármely más hulladékká vált anyag vagy termék, amely nem tartozik a fenti kategóriákba

A környezetre és az emberi egészségre gyakorolt hatásuk alapján a hulladékokat a veszélyes és a nem veszélyes kategóriájába soroljuk.

E csoportosítás alapját az képezi, hogy az adott hulladék rendelkezik-e a nemzetközileg megállapított veszélyességi jellemzők valamelyikével vagy sem.
A veszélyességi jellemzők részletes tartalmát, az alkalmazható mérési és vizsgálati módszereket, valamint az értékelésnél alkalmazandó viszonyítási értékeket külön jogszabályok tartalmazzák.
A veszélyességi jellemzőket Magyarországon a hulladékgazdálkodási törvény 2. sz. melléklete sorolja fel:

H1 "Robbanó": folyékony, képlékeny, kocsonyás vagy szilárd anyagok és készítmények, amelyek a légköri oxigén nélkül is gyors gázfejlődéssel járó hőtermelő reakcióra képesek, és amelyek meghatározott kísérleti körülmények között, illetőleg nyomásra vagy hőre felrobbannak
H2 "Oxidáló": anyagok és készítmények, amelyek más, elsősorban gyúlékony anyagokkal érintkezve erősen hőtermelő reakcióba lépnek
H3-A "Tűzveszélyes":

- folyékony anyagok és készítmények, amelyek nagyon alacsony lobbanásponttal rendelkeznek (beleértve a fokozottan tűzveszélyes anyagokat és készítményeket is)
- anyagok és készítmények, amelyek a levegőn, normál hőmérsékleten öngyulladásra képesek
- szilárd anyagok és készítmények, amelyek gyújtóforrás rövid ideig tartó behatására könnyen meggyulladnak, majd a gyújtóforrás eltávolítása után tovább égnek vagy bomlanak
- gáz halmazállapotú anyagok és készítmények, amelyek a környezeti hőmérsékleten és nyomáson a levegővel érintkezve tűzveszélyesek
- anyagok és készítmények, amelyek vízzel vagy nedves levegővel érintkezve tűzveszélyes gázt fejlesztenek, veszélyes mennyiségben

H3-B "Kevésbé tűzveszélyes": folyékony anyagok és készítmények, amelyek alacsony lobbanásponttal rendelkeznek
H4 Irritáló vagy izgató": nem maró anyagok és készítmények, amelyek a bőrrel vagy nyálkahártyával történő rövid idejű vagy hosszan tartó vagy ismételt érintkezésük esetén gyulladást okozhatnak
H5 "Ártalmas": anyagok és készítmények, amelyek belélegzésük, lenyelésük vagy a bőrön át történő felszívódásuk esetén halált vagy heveny egészségkárosodást okozhatnak
H6 "Mérgező": anyagok és készítmények (beleértve az erősen mérgező anyagokat és készítményeket is), amelyek belélegzésük, lenyelésük vagy a bőrön át történő felszívódásuk esetén kis mennyiségben is halált vagy heveny egészségkárosodást okozhatnak
H7 "Karcinogén": anyagok és készítmények, amelyek belégzéssel, szájon át, a bőrön vagy a nyálkahártyán keresztül, vagy egyéb úton a szervezetbe jutva daganatot okoznak, vagy előfordulásának gyakoriságát megnövelik
H8 "Maró" (korrozív): anyagok és készítmények, amelyek élő szövettel érintkezve azok elhalását okozzák
H9 "Fertőző": életképes mikroorganizmusokat vagy azok toxinjait tartalmazó anyagok, amelyek ismert módon vagy megalapozott feltételezések szerint betegséget okoznak az emberben vagy más élő szervezetben

H10 "Reprodukciót és az utódok fejlődését károsító": anyagok és készítmények, amelyek belégzéssel, szájon át, a bőrön, a nyálkahártyán keresztül vagy egyéb úton a szervezetbe jutva megzavarják, általában gátolják a reprodukciót, illetve az utódokban morfológiai, illetőleg funkciós károsodást okoznak, vagy előfordulásának gyakoriságát megnövelik
H11 "Mutagén": anyagok és készítmények, amelyek belégzéssel, szájon át, a bőrön, a nyálkahártyán keresztül vagy egyéb úton a szervezetbe jutva genetikai károsodást okoznak vagy megnövelik a genetikai károsodások gyakoriságát
H12 Anyagok és készítmények, amelyek vízzel, levegővel vagy savval érintkezve mérgező vagy nagyon mérgező gázokat fejlesztenek
H13 Anyagok és készítmények, amelyek hajlamosak arra, hogy belőlük a lerakást követően valamely formában - pl. kimosódás - a felsorolt tulajdonságok bármelyikével rendelkező anyag keletkezzék
H14 "Környezetre veszélyes": anyagok és készítmények, amelyek a környezetbe jutva a környezet egy vagy több elemét azonnal vagy meghatározott idő elteltével károsítják, illetve a környezet állapotát, természetes ökológiai egyensúlyát, biológiai sokféleségét megváltoztatják

Hulladék jegyzék

A meglehetősen általános hulladék fogalom gyakorlati alkalmazásának megkönnyítése érdekében a világon mindenütt jegyzékben (listán) sorolják fel az egyes hulladékfajtákat, számos rendező elv szerint csoportosítva azokat.

A legegyszerűbb rendszerezés a termelő és szolgáltató, illetve a fogyasztási szférában képződő termelési és települési (kommunális) hulladékokat különbözteti meg. A termelési hulladékok árnyaltabb, de továbbra is eredet szerinti csoportosítását tartalmazza a gazdasági ágazat szerinti, továbbá a kibocsátó technológia szerinti felbontás.

Az eredet szerinti csoportosítás alapján a hulladékot azzal a tevékenységgel, folyamattal vagy technológiával jellemzik, amelyben a hulladék keletkezett.

Az anyagi minőség szerinti csoportosítás a hulladék vagy annak domináns összetevője kémiai elnevezésén alapul. A hulladék összetétele, anyagi minősége szerinti rendszerezés – az eredet szerinti csoportosítással ellentétben – sokkal több eligazítást ad a hulladék kezelhetőségéről és veszélyeztető hatásairól, ugyanakkor a hulladék képződési körülményeinek ismeretében szinte elképzelhetetlen, hogy kémiai értelemben a hulladék egyetlen anyagi minőséggel jellemezhető lenne.

A környezetre és az emberi egészségre gyakorolt hatásai szerint mind a termelési, mind a települési hulladék lehet veszélyes, illetve tartalmazhat veszélyes összetevőket. A települési hulladékban leggyakrabban előforduló veszélyes komponensek: a szárazelemek, az elektronikai hulladékok, az

olajtartalmú hulladékok, a lakk- és festékmaradékok, a növényvédőszer-maradékok, a lejárt szavatosságú gyógyszerek és egyéb betegápolási hulladékok stb.

Az eredet szerinti jegyzék

A hulladék nyilvántartási rendszer kialakítása egységesen értelmezett listára épül.

Az Európai Hulladék Katalógus (Europian Waste Catalogue, EWC) 20 fő csoportba, s azon belül alcsoportokba sorolja a hulladékot.

Főcsoportok (alaplista):

EWC kód	Megnevezés
1	Ásványok kutatásából, bányászatából, kőfejtésből, fizikai és kémiai kezeléséből származó hulladékok
2	Mezőgazdasági, kertészeti, vízkultúrás termelésből, erdőgazdaságból, vadászatból, halászatból, élelmiszer előállításból és feldolgozásból származó hulladékok
3	Fafeldolgozásból és falemez-, bútor-, cellulóz rost szuszpenzió-, papír- és kartongyártásból származó hulladékok
4	Bőr-, szőrme- és textilipari hulladékok
5	Kőolaj finomításából, földgáz tisztításából és kőszén pirolitikus kezeléséből származó hulladékok
6	Szervetlen kémiai folyamatokból származó hulladékok
7	Szerves kémiai folyamatokból származó hulladékok
8	Bevonatok (festékek, lakkok és zománcok), ragasztók, tömítőanyagok és nyomdafestékek termeléséből, kiszereléséből, forgalmazásából és felhasználásából származó hulladékok
9	Fényképészeti ipar hulladékai
10	Termikus gyártásfolyamatokból származó hulladékok
11	Fémek és egyéb anyagok kémiai felületkezeléséből és bevonásából származó hulladékok; nemvas fémek hidrometallurgiai hulladékai
12	Fémek, műanyagok alakításából, fizikai és mechanikai felületkezeléséből származó hulladékok
13	Olajhulladékok és folyékony üzemanyagok hulladékai (kivéve az étolajokat, valamint a 05, 12 és 19 fejezetekben felsorolt hulladékokat)
14	Szerves oldószer-, hűtőanyag- és hajtógáz hulladékok (kivéve 07 és 08)
15	Hulladékká vált csomagolóanyagok; közelebbről nem meghatározott abszorbensek, törlőkendők, szűrőanyagok és védőruházat
16	A jegyzékben közelebbről nem meghatározott hulladékok
17	Építési és bontási hulladékok (beleértve a szennyezett területekről kitermelt földet is)

18 Emberek, illetve állatok egészségügyi ellátásából és/vagy az azzal kapcsolatos kutatásból származó hulladékok (kivéve azokat a konyhai és éttermi hulladékokat, amelyek nem közvetlenül az egészségügyi ellátásból származnak)

19 Hulladékkezelő létesítményekből, szennyvizeket keletkezésük telephelyén kívül kezelő szennyvíztisztítókból, illetve az ivóvíz és iparivíz szolgáltatásból származó hulladékok

20 Települési hulladékok (háztartási hulladékok és az ezekhez hasonló, kereskedelmi, ipari és intézményi hulladékok), beleértve az elkülönítetten gyűjtött hulladékokat is

Az **alcsoportok** az egyes főcsoportok további csoportosításai, EWC kódszámuk négy számjegyű. Az egyes alcsoportokhoz tartozó hulladékok hat számjegyű kóddal rendelkeznek. A (*)-gal megjelölt kódszámok veszélyes hulladékot jelölnek.

6.1.1 – 1. táblázat A hulladékjegyzék alcsoportjai (példa)

04	BŐR-, SZŐRME- ÉS TEXTILIPARI HULLADÉKOK
04 01	bőr- és szőrmeipari hulladékok
04 01 01	húslás és a meszezési bőrhasíték hulladéka
04 01 02	meszezési hulladék
04 01 03	oldószertartalmú, zsírtalanítási, folyékony fázis nélküli hulladék

A **kiegészítő lista** a Magyarországon veszélyes hulladéknak besorolt további hulladékok jegyzéke. A kiegészítő listában a főcsoportok és az alcsoportok számozása és elnevezése megegyezik az alaplistában találhatókkal, a hulladék kódszáma az eddig használt magyar veszélyes hulladék nyilvántartási kódszámokkal azonos (102/1996. Korm. rendelet, ill. 16/2001 (VII. 18.) KöM. rendelet alapján)

6.1.1 – 2. táblázat: Kiegészítő lista

Kódszám	**Megnevezés**
02	MEZŐGAZDASÁGI, KERTÉSZETI, VÍZKULTÚRÁS TERMELÉSBŐL, ERDŐGAZDASÁGBÓL, VADÁSZATBÓL, HALÁSZATBÓL, ÉLELMISZER-ELŐÁLLÍTÁSBÓL ÉS -FELDOLGOZÁSBÓL SZÁRMAZÓ HULLADÉKOK
02 02	hús, hal és egyéb állati eredetű élelmiszerek előkészítéséből és feldolgozásából származó hulladékok
V 13102	csont, bőr, pata, köröm, szarv, sörte és szőr
V 13106	vér
V 13107	paraffinos toll
V 13108	leölt állatok gyomor- és béltartalma

Kódszám	Megnevezés
V 13109	vadon élő állatok feldolgozásából származó hulladékok
V 13110	állati zsírok
V 13111	állatok feldolgozásából származó, emberi fogyasztásra alkalmatlan hulladékok
V 13403	nem fertőző betegségben elhullott állatok tetemei, testrészei
V 13404	egyéb emberi fogyasztásra vagy takarmányozásra alkalmatlan állati testrészek
18	EMBEREK, ILLETVE ÁLLATOK EGÉSZSÉGÜGYI ELLÁTÁSÁBÓL ÉS/VAGY AZ AZZAL KAPCSOLATOS KUTATÁSBÓL SZÁRMAZÓ HULLADÉKOK (kivéve azokat a konyhai és éttermi hulladékokat, amelyek nem közvetlenül az egészségügyi ellátásból származnak)
18 01	szülészeti, illetve az emberi betegségek diagnosztizálásából, kezeléséből, illetve megelőzéséből származó hulladékok
V 97104	injekciós tűk, fecskendők, infúziók, transzfúziós szerelékek, vágó, szúró éles eszközök, ampullák, tárgy-lemezek
18 02	állatbetegségek kutatásából, diagnosztizálásából, kezeléséből, illetve megelőzéséből származó hulladékok
V 97104	injekciós tűk, fecskendők, infúziók, transzfúziós szerelékek, vágó, szúró éles eszközök, ampullák, tárgylemezek

A hulladékok csoportosítása és környezeti hatása

Röviden áttekintjük a hulladékok legáltalánosabb csoportosítását.

A hulladékoknak számos csoportosítása ismert, ezekből néhányat a **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.** mutat be.

6.1.1 - 3. táblázat A hulladékok csoportosítása

Halmazállapot szerint	Eredet szerint	Környezetihatás szerint
szilárd	települési (kommunális)	nem veszélyes
folyékony	termelési	veszélyes
iszapszerű	technológiai amortizációs	

Szilárd hulladék: makroszkopikus részecskékből összetevődő, szilárd halmazállapotú szerves és szervetlen anyagok.

Folyékony hulladék: az a hulladékká vált folyadék, amelyet nem vezetnek el, és nem bocsátanak ki szennyvízelvezető hálózaton, illetve szennyvíztisztító telepen keresztül (közcsatornába nem kötött szippantott szennyvizek).

Iszapszerű hulladék: egymástól különálló szilárd, finom szemcséjű részecskéket tartalmazó folyadékból kiülepedett vagy kiülepített anyagi rendszer (szennyvíziszap, galvániszap stb.)

Települési hulladék: a háztartásokból származó szilárd vagy folyékony hulladék, illetőleg a háztartási hulladékhoz hasonló jellegű és összetételű, azzal együtt kezelhető más hulladék.

A települési hulladékok csoportosítása az alábbi táblázatban látható.

6.1.1 – 4. táblázat A települési hulladékok csoportosítása

Települési szilárd hulladék
háztartási hulladék közterületi hulladék a háztartási hulladékhoz hasonló jellegű és összetételű hulladék
Települési folyékony hulladék
közműpótló berendezések ürítéséből nem közüzemi csatorna- és árokrendszerekből gazdasági, de nem termelési, technológiai eredetű tevékenységből származó hulladék
Inert hulladék
Biohulladék

A települési szilárd hulladék

A háztartási hulladék: az emberek mindennapi élete során a lakásokban, valamint a pihenés, üdülés céljára használt helyiségekben és a lakóházak közös használatú helyiségeiben és területein, valamint az intézményekben keletkező hulladék.

- A közterületi hulladék: közforgalmú és zöldterületen keletkező hulladék.

A háztartási hulladékhoz hasonló jellegű és összetételű hulladék: gazdasági vállalkozásoknál keletkező – külön jogszabályban meghatározott – veszélyesnek nem minősülő szilárd hulladék.

A települési folyékony hulladék

A települési folyékony hulladék a szennyvízelvezető hálózaton, illetve szennyvíztisztító telepen keresztül el nem vezetett szennyvíz, amely származhat:

emberi tartózkodásra alkalmas épületek szennyvíztároló létesítményeinek és egyéb helyi közműpótló berendezéseinek ürítéséből,

- a nem közüzemi csatorna- és árokrendszerekből

a gazdasági, de nem termelési, technológiai eredetű tevékenységből.

Az inert hulladék

Az inert hulladék az a hulladék, amely nem megy át jelentős fizikai, kémiai vagy biológiai átalakuláson. Jellemzői:

vízben nem oldódik,

- nem ég, illetve más fizikai vagy kémiai módon nem reagál,
- nem bomlik le biológiai úton,
- nincs kedvezőtlen hatással a vele kapcsolatba kerülő más anyagra oly módon, hogy abból környezetszennyezés vagy emberi egészség károsodása következne be,

csurgaléka és szennyezőanyag-tartalma, illetve a csurgalék ökotoxikus hatása jelentéktelen, így nem veszélyeztetheti a felszíni vagy felszín alatti vizeket.

A biológiailag lebontható hulladék

A biológiailag lebontható hulladék (biohulladék) minden szervesanyag-tartalmú hulladék, ami anaerob vagy aerob módon (mikroorganizmusok, talajélőlények vagy enzimek segítségével) lebontható.

A termelési hulladék: kitermelő, feldolgozó és az anyagi szolgáltató (fenntartás, szállítás) tevékenység során keletkező hulladék ipar, mezőgazdaság, közlekedés területén). A termelési hulladékoknak két csoportja van:

technológiai hulladék,

amortizációs hulladék.

A technológiai hulladék: a termelési folyamat anyagáramaiból keletkező hulladék. Keletkezhet:

üzemszerűen: az anyag-átalakítási műveletek során;

nem üzemszerűen: felújítás, karbantartás, üzemleállás, termékváltás, üzemeltetési hiányosságok, havária stb. során.

Amortizációs hulladék keletkezhet elhasználódott gépek, alkatrészek leselejtezése során, fejlesztések kapcsán feleslegessé vált termelő berendezések leselejtezésével.

A hulladékok környezeti hatásai

A környezetbe kibocsátott és nem megfelelően kezelt hulladékok környezetkárosító hatásai különbözőképpen jelentkeznek.

A talaj, talajvíz (felszín alatti vizek) és felszíni vizek szennyeződése

A hulladékok leggyakoribb – évezredek óta – szükségszerűen természetes befogadója a talaj. A nem megfelelően kezelt hulladékokat, azok bomlástermékeit a csapadékvíz a talaj felszínén szétmossa és az beszivárog a talajvízbe, ahol az áramlás révén gyakran jelentős vízbázisokat veszélyeztetnek.

A hulladék szerves és szervetlen alkotói a csapadék vízzel kilúgozódva, különféle sók – klorid, nitrát, szulfát stb. – nehézfémek, szénhidrogének és nehezen bomló egyéb szerves szennyezők formájában közvetve a vízminőség romlását okozzák. A felszíni vizek közvetett és közvetlen szennyeződését eredményezik a nem megfelelően kezelt kommunális és ipari szennyvízbevezetések, esetenként a káresemények során szennyezett csapadékvizek is.

A levegő szennyeződése

A szervesanyag-tartalmú hulladék bomlása során jellegzetes bűzös gázok keletkeznek (ammónia, hidrogén-szulfid stb.), a kezelés nélküli hulladékhalmok finom porát, illetve nagyobb darabjait (papír, műanyag fólia) azonban a szél vagy kisebb légmozgás is a levegőbe emeli. A hulladéklerakókon öngyulladás miatt vagy a hulladékok nyílt téri (tiltott!) égetésekor keletkező égéstermékek (füstgáz, korom, pernye) közvetlenül szennyezik a levegőt. Nem elhanyagolható a hulladéklerakók üvegházhatást növelő metán- és szén-dioxid-kibocsátása sem.

Fertőzésveszély

A települési és egyes termelési hulladékok (pl. hígtrágya, vágóhídi hulladékok) kórokozó mikroorganizmusai különböző fertőző betegségek előidézői lehetnek. A különféle egyéb forrásokból származó hulladékokban is gyakran megtalálhatók a legkülönfélébb mikroorganizmusok, közöttük fertőző betegségeket is terjesztő kórokozók, amelyek a hulladékban hosszabb ideig életképesek maradnak, onnan a talajba, a vízbe kerülhetnek és közvetlen érintkezés útján is fertőzést okozhatnak. (Meg kell jegyezni, hogy a kórokozók a hulladékban csak a fertőzés lehetőségét jelzik, nem feltétlenül fertőznek, az ilyen hulladék fertőzést terjesztő közegnek tekinthető.)

A rovarok és rágcsálók elterjedése

A nem megfelelően végzett települési hulladék kezelés következtében a rovarok (legyek) és rágcsálók (patkány, egér) nagy mértékben elszaporodhatnak. Mind a rovarok, mind a rágcsálók közismert közvetítői egyes fertőző betegségek terjesztésének. Ezért a gyakori hulladékbegyűjtés a lakásoktól, a lakott területen minél rövidebb ideig tartó és zárt tárolás a helyes kezelés egyik legfontosabb feltétele.

A környezet elszennyeződésének esztétikai jelentősége

A nem megfelelő hulladékkezelés, a rendezetlen, szétszórt hulladék látványa tönkreteszi a táj eredeti szépségét, csökkenti a pihenés, kikapcsolódás teljes körű lehetőségét.

6.1.2. A hulladék kezelése, a hulladékgazdálkodási modell

A Magyarországon évente keletkező hulladék mennyiségéről és forrás szerinti megoszlásáról a 6.1.2-1 táblázat ad eligazítást.

A táblázatból kitűnik, hogy a kommunális eredetű hulladék együttes mennyisége az összes hulladék 12-13%-át teszi ki, a többi gazdasági tevékenységből származik. Vizsgáljuk meg a legnagyobb tömegben keletkező, és ezért mind társadalmi, mind környezetvédelmi szempontból legfontosabb –

a fenntarthatóságot szolgáló – kérdést, a termelési hulladék minimalizálását és racionális újra-használatát !

6.1.2 – 1. táblázat a Magyarországon évente keletkező hulladék mennyisége [3]

A hulladék megnevezése	Keletkező mennyiség [millió tonna]
mezőgazdasági hulladék	33
gazdasági tevékenységből származó hulladék	22
ebből nem veszélyes	18
veszélyes	4
építési, bontási hulladék	10
települési folyékony hulladék	7
települési szilárd hulladék	4
kommunális szennyvíziszap	1
összesen:	*77*

6.1.2.1. A gazdasági folyamatokban keletkező hulladék fenntartható kezelése

Az anyagi javak előállítása és felhasználása lényegében az anyag (alapanyag) és az energia (energiahordozó) átalakítását, más formában való megjelenését eredményezi. Gyakorlatilag lehetetlen, hogy a nyers- és alapanyagok, valamint azok átformálásához szükséges energia teljes egészében a termékben megjelenjék. Ennek oka lehet az, hogy a nyers- és alapanyagaink hasznosítandó alkotóikon kívül más anyagokat, szennyezőket, meddőt stb. tartalmaznak; az anyagátalakítást létrehozó kémiai reakció teljességgel nem játszódik le stb. Ismeretes, hogy a hőenergia nem alakítható át teljes egészében munkává, ezért a hőveszteséggel – hulladékhővel – mindenképpen számolnunk kell.
Központi kérdéssé vált tehát a környezetet terhelő hulladékok mennyiségének a csökkentése, amely elsősorban hulladékszegény (vagy mentes) technológiák elterjesztésével, a működő technológiák emissziójának csökkentésével (tisztább termelés) érhető el. Ugyanakkor megoldandó feladat a felgyülemlett hulladékok ésszerű ártalmatlanítása (anyagának és energiatartalmának hasznosítása) újabb környezeti terhelés létrehozása nélkül és a folyamatosan képződő hulladékok visszaforgatása a termelési folyamatba.
A hulladékprobléma kezelésére általános szinten a következő megoldások kínálkoznak prioritási sorrendben

- Hulladékképződés megelőzése (ill. elkerülése);
- Hulladékképződés mennyiségének csökkentése – Reduce;
- Hulladékhasznosítás – Reuse (ill. feldolgozás – Recycle);

- Hulladék ártalmatlanítása (energetikai hasznosítás, égetés, lerakás).

A hulladék megelőzés módszere a tervezési és egy kis részben a gyártási szakaszhoz tartozik; a csökkentés módszere a gyártási, elosztási és a használati; a többi módszer pedig a használat utáni stádiumra vonatkozik.

Ezeket (a megelőzést és a csökkentést) a tervezési és a termelési folyamatba sorolhatjuk; és mint más területen, itt is komoly kutatásokat végeztek, melynek eredménye az ún. „low waste" (avagy alacsony hulladékszintű) technológia. Ez valójában nem más, mint egy javaslat a hulladék és energia csökkentés megvalósítására a termelési folyamatba.

A „low waste" technológiákat négy nagy csoportra lehet bontani:

Technológia:

Számítógépes irányítás, szabályozás, tervezés;

- Zárt folyamatok (pl. víz- és vegyszer használatánál);
- Hulladékok visszavezetése a termelési folyamatba;

Új környezetkímélő technológiák és legjobb elérhető technikák (BAT – Best Available Techniques); stb.

Konstrukció (bontható szerkezetek):

Fizikai működőképesség növelése;

- Moduláris felépítés (többirányú felhasználás szempontjából);
- Minél kisebb egységek;
- Kiszerelhetőség, szétszerelhetőség;
- Javíthatóság;
- Egységesített kötőelemek;
- Anyag-spektrum (anyagok változatosságának) szűkítése – főleg műanyagoknál fontos;
- Anyagfelismerés elősegítése (pl. műanyagok gyári címkézése);

Környezetkímélőbb termékre való áttérés.

Anyaghelyettesítés:

Veszélyes anyagok (pl. CFC, PCB) helyettesítés;

Újrahasznosíthatóbb és újrahasznosított anyagok alkalmazása;

Multifunkcionális felhasználás: mint másodlagos, harmadlagos és sokadlagos hasznosítás – igen fontos lenne, hogy már tervezési fázisban szem elé kerüljön ez a szempont. Jó példát nyújt erre a számítógépek újraalkalmazása:

Professzionális alkalmazás;

- Másodlagos félprofesszionális alkalmazás (mit PC);
- Harmadlagos hasznosítás (pl. személyi és hobbi célokra);

Sokadlagos hasznosítás (pl. elektronikus játékok, ital-automata gépek vezérlése, szabályozási funkciók betöltése).

6.1.2.2. A hulladékkezelés alapmodelljei

Hagyományos folyamat-modell („Nyitott rendszer”):

(Ez a modell tulajdonképpen egy visszatekintés a korábban jellemző állapotokra.) A következő lépéseket foglalta magába:

1. Nyersanyag kitermelés
2. Alapanyag előállítás
3. Feldolgozás, gyártás
4. Elosztás, értékesítés
5. Felhasználás
6. Hulladék (lerakás, égetés)

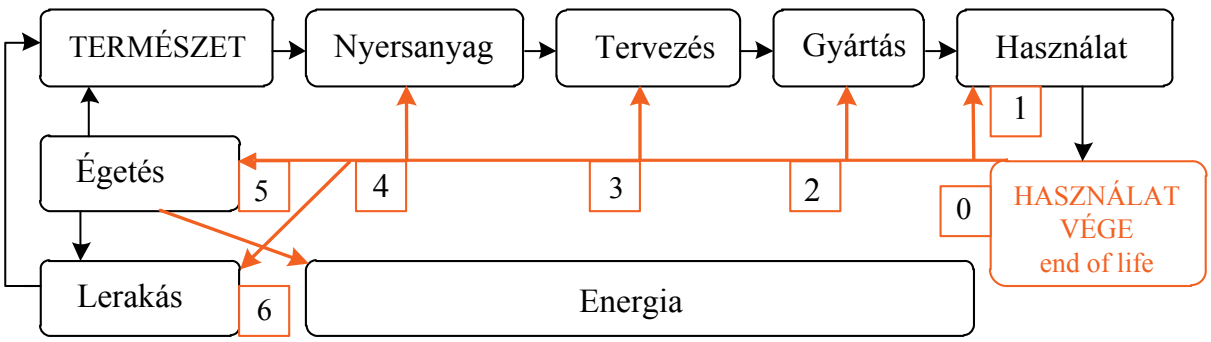
Itt nem valósul meg az anyag mesterséges körfolyamata, mert vagy a szemét égetésével, vagy pedig lerakásával zárul le a folyamat. Így a hulladék csak a környezeten keresztül kerülhetne újra vissza a gazdaságba környezetkárosítás, szennyezés árán.

„Zárt rendszer”, mint modern folyamat modell:

A cél az, hogy az „életút végére” (end of life) eljutott termékeket vissza tudjuk forgatni a termelésbe. Ekképp elkerülhetőek a hulladék káros hatásai. Itt jegyezhető meg, hogy hulladékok keletkeznek még a termelés és a fogyasztás folyamata közben is, azonban ezeket nehezebb egységesen kezelni, ott inkább az azonnali, helyben történő visszaforgatást preferálják (pl. „tiszta technológiák”).

A 6.1.2 – 1. ábrán jól látszik, hogy a hasznosítás során ellentétes tendencia jelentkezik, mint a termék élete közben. Tulajdonképpen ez egy praktikusan visszacsatolt nyitott rendszer, mely az életút végétől kezd érdekessé válni. Az innen kikerülő termék (0) több helyen is hasznosítható (1-4, +5, (6.)). A hasznosítás helye kívánatosság szerint van sorszámozva.

A leginkább kívánatos hulladékhasznosítási terület napjainkban és a jövőben: a termék visszaforgatása a közhasználatba (reuse – 1.). Ezt a *termék-szintű visszaforgatásnak nevezzük.*.



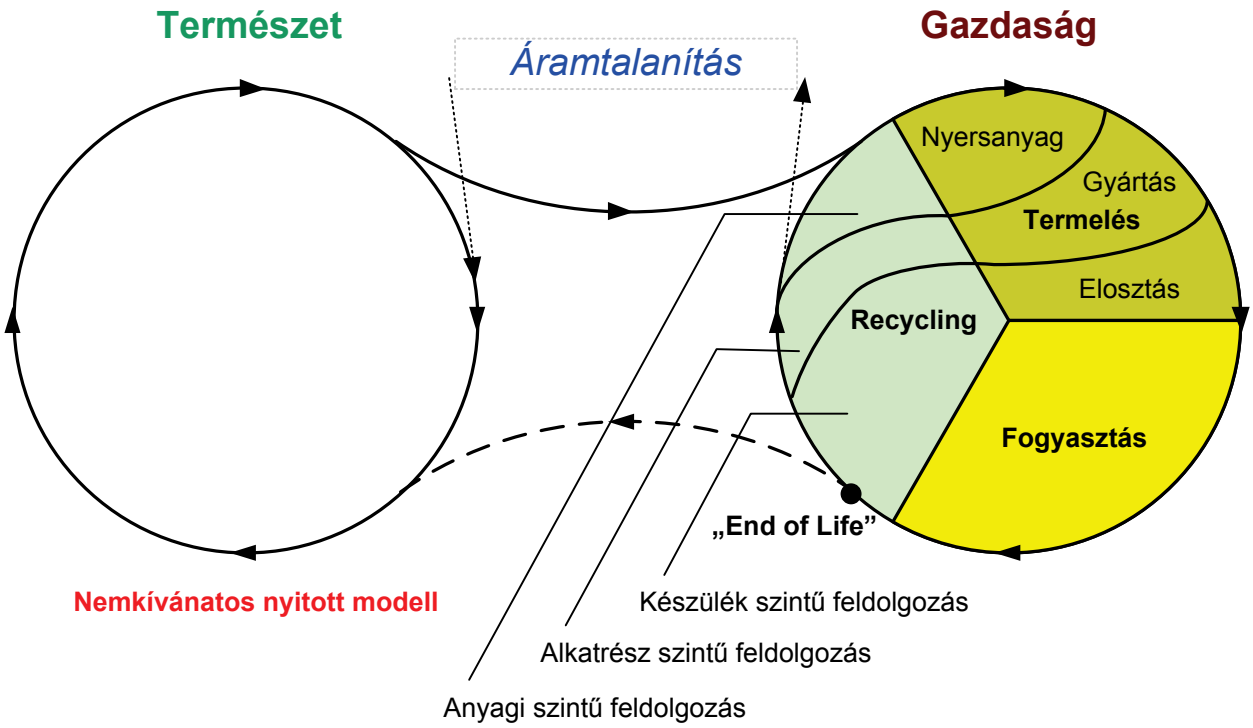
6.1.2 – 1. ábra A zárt rendszer modellje [3]

6.1.2.3. A hulladékkezelés környezetbarát modellje

A legismertebb körfolyamatok a természetben rejlenek, melyek közül soknak több millió az eddigi periódusszámuk.

A gazdasági tevékenység erősen megzavarja a környezeti egyensúlyt. Ezért az elmúlt években kialakult szemléletmód alapján (fenntartható fejlődés) a gazdasági folyamatokat ki akarják választani a természetből, önálló körfolyamatba zárva. Ezt a szemléletmódot takarja az angol „recycle” kifejezés is.

A hulladékgazdálkodás általános modelljét, „a körforgási modellt” a 6.1.2.-2. ábra szemlélteti.



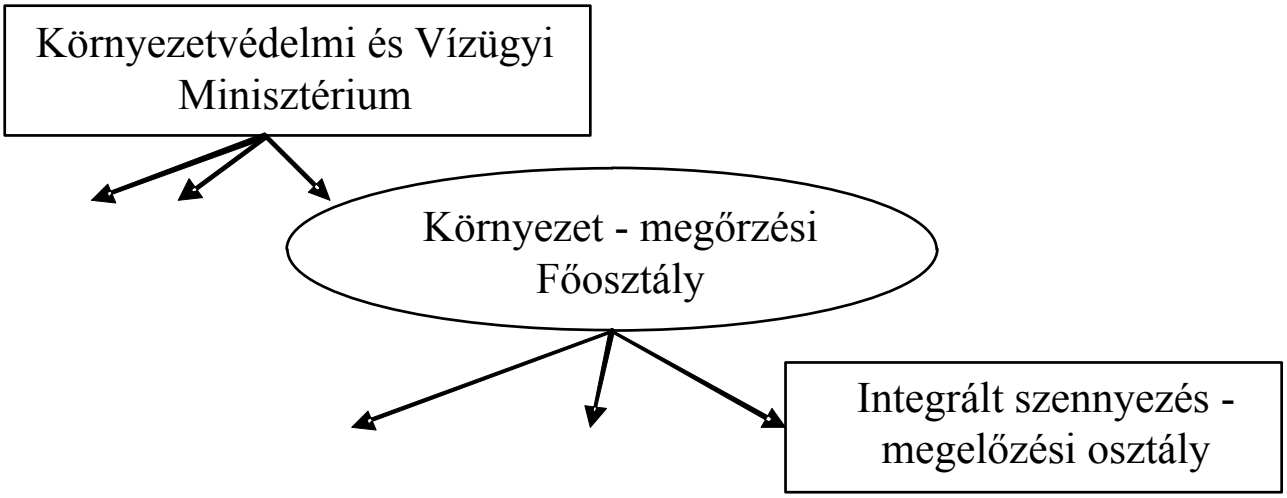
6.1.2 – 2. ábra A körforgási modell [3]

Ezen a modellen jól be lehet mutatni visszaforgatási szintek prioritásának fontosságát.

Vegyünk egy példát: a számítógépes processzoroknál (mint alkatrészek) kevésbé ismert az alkatrész szintű újrahasznosítás, inkább a magas nemesfém tartalma miatt anyagként hasznosítják. Amennyiben alkatrész szinten hasznosítjuk, használat után újra visszakerül a hulladékkezeléshez. Ha már alkalmatlan újrafelhasználásra, akkor kellene csak anyagként feldolgozni. Ilyenformán csökkenthető a körforgásban lévő anyagmennyiség, a környezeti elemek igénybevétele és végső soron a termék környezeti költségei is.

6.1.3. A Hulladékgazdálkodási Információs Rendszer

A hulladékgazdálkodás magyarországi irányítása a környezetvédelmi tárcához tartozik.



6.1.3 – 1. ábra: A hulladékgazdálkodás irányítása az országos hierarchiában

A hulladékgazdálkodás szakmai irányítását a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztériumon belül a Természet – és környezet-megőrzési szakállamtitkár látja el. A minisztérium szervezetében a hulladékgazdálkodás szakterületének feladatait az Integrált szennyezés-megelőzési osztály (korábban: Hulladékgazdálkodási és Technológiai Főosztály) végzi.

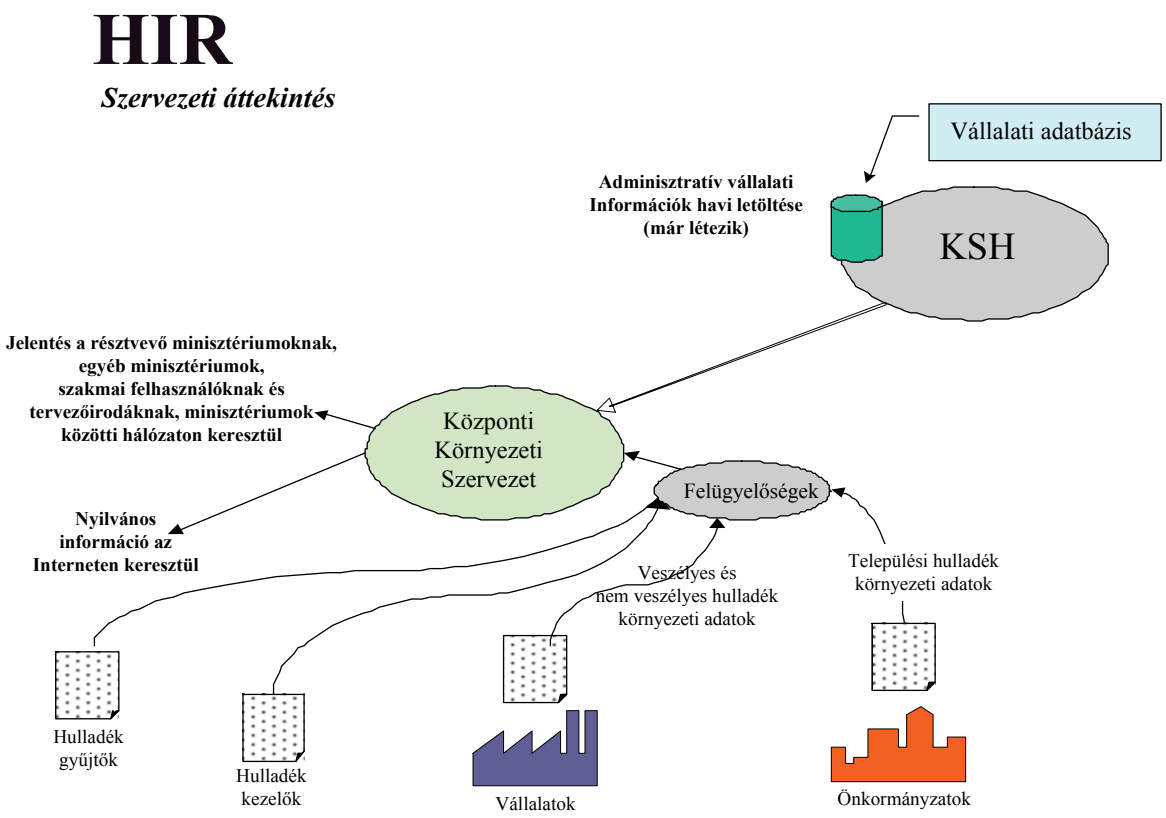
Hulladékgazdálkodási Információs Rendszer

OKIR

A környezet állapotának és használatának figyelemmel kísérésére, az igénybevételi és terhelési adatok gyűjtése, feldolgozása és nyilvántartása az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer (OKIR) feladata. Az OKIR alrendszereit, a különböző környezetvédelmi szakterületekhez kapcsolódó adatbázisok alkotják. A szakrendszerekben lévő adatok összehangolása érdekében, az ügyfelek és a létesítmények azonosítása ún. környezetvédelmi azonosítókkal történik.

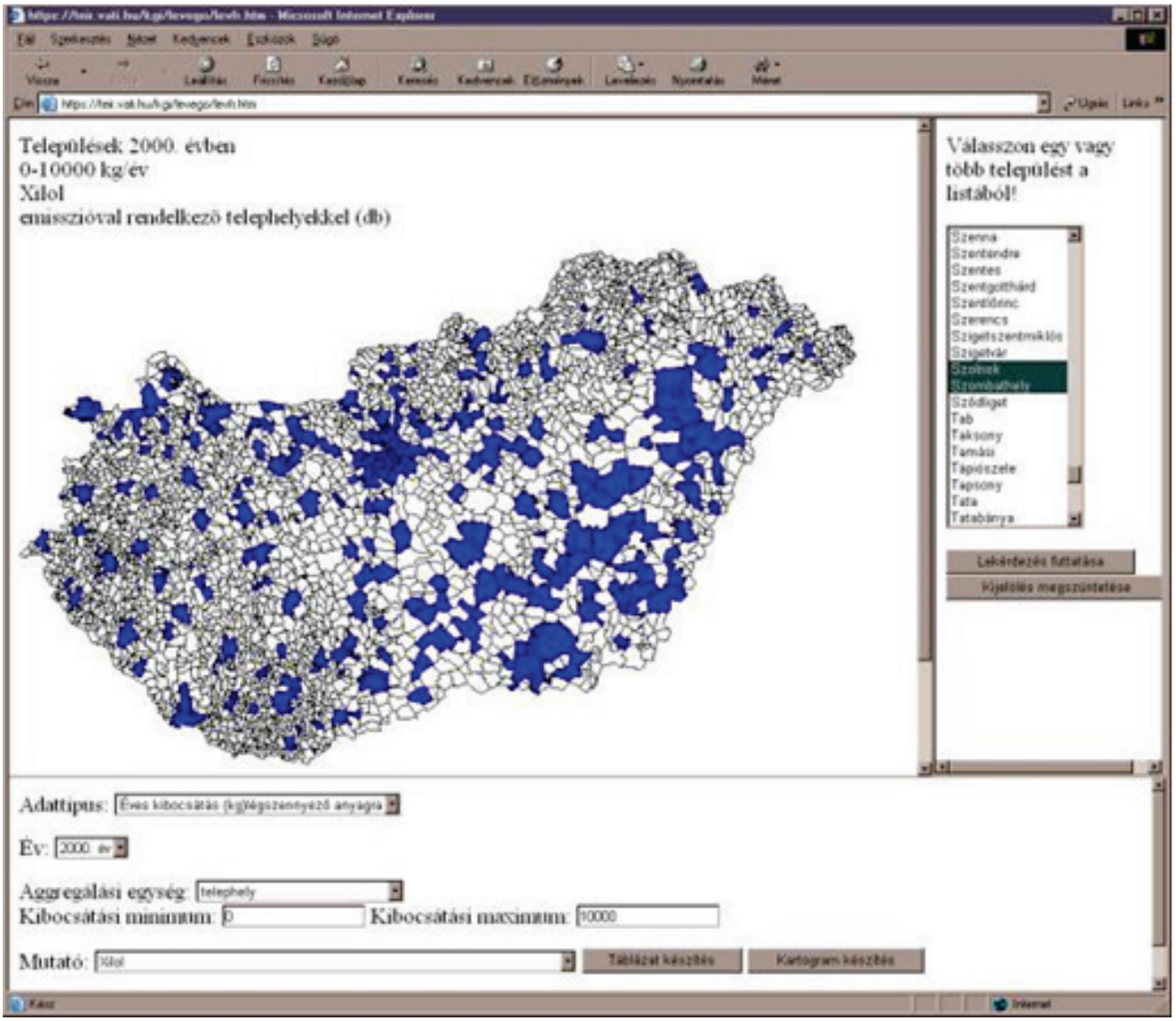
A környezetvédelmi ágazat által egységesen használt alapnyilvántartási és azonosító rendszer, a Környezetvédelmi Alapnyilvántartási Rendszer (KAR). A KAR az egyes szakrendszerekben közösen használt alapadatokat (pl. telephely, ügyfél) tartalmazza. A Környezetvédelmi Ügyfél Jel (KÜJ) a különféle környezetvédelmi ügyekben a környezetvédelmi felügyelőséghez forduló ügyfelek egyszerű és egyértelmű azonosítását szolgálja. A környezetvédelmi adatszolgáltatások során szintén kötelezően használandó azonosító a Környezetvédelmi Területi Jel (KTJ). A KTJ - valamennyi tevékenységi hely (telephely) országosan és szakágazatilag is egységes, egyedi azonosítására szolgál.

A Hulladékgazdálkodási Információs Rendszer (HIR) az OKIR alrendszere.



6.1.3 – 2. ábra: A HIR felépítése

A 6.1.3 – 2. ábra kiegészítése:
KSH: Központi Statisztikai Hivatal
Felügyelőségek: környezetvédelmi, természetvédelmi, vízügyi felügyelőségek (országosan 12 db).
Központi Környezeti Szervezet: OKIR, és a környezetvédelemről szóló törvény előírásaival, valamint az ágazat informatikai stratégiai irányelveivel összhangban elkészült egy az OKIR-hez illeszkedő térinformatikai megjelenítést támogató rendszer a címben jelzett adatok térképi megjelenítésének támogatására, a KvVM Informatikai Főosztálya szakmai támogatása mellett a KGI és a VÁTI szoros együttműködésével.
Az elkészült alkalmazás elve, hogy a numerikus adatok tárolására egy helyen , a KvVM ORACLE adatbázisában kerül sor, az adatok elérése hálózati kommunikációval valósul meg.
Gyakorlatilag a Felhasználó, az Érdeklődő az általa kiválasztott paramétereknek megfelelően leválogatott információkhoz a VÁTI Kht. térképi szerverének segítségével jut hozzá. Az információk térképi megjelenítéshez szükséges térképi állományokat és alkalmazói rendszert a VÁTI Kht. biztosítja.



6.1.3 – 3. ábra: Xilol emissziós térkép az OKIR-ból

Jogszabályi háttér:

2004. január 1-én lépett hatályba a hulladékkal kapcsolatos nyilvántartási és adatszolgáltatási kötelezettségekről szóló 164/2003.(X.18.) Korm. rendelet, amely 2005-ben módosításra került.

A kormányrendelet célja:

a hulladékgazdálkodásról szóló 2000. évi XLIII. törvény (Hgt.) előírásai szerint kiterjeszteni a nyilvántartás és adatbejelentés szabályait valamennyi hulladékra (nem veszélyes és veszélyes hulladékra egyaránt);

a hatósági ellenőrző munka segítése;

a hulladékgazdálkodási tervek megalapozása adatokkal;

adatok szolgáltatása döntéshozók, hatóságok számára;

országos statisztikai adatok előállítása;

nyilvánosság informálása;

a hulladékra vonatkozó statisztikákról szóló 2150/2002/EK rendelet végrehajtása.

Résztvevők

A hulladék **tulajdonosa** az, akinek tevékenysége következtében a hulladék keletkezett, vagyis a települési hulladék esetében a lakos, termelő vállalkozás esetében az akinek a termék gyártása közben hulladéka is keletkezik.

A hulladék **birtokosa** az a személy vagy szervezet, akinél/amelynél a hulladék megtalálható, függetlenül attól, milyen módon került a hulladék ahhoz, aki éppen birtokolja. Adás-vétel esetén például tulajdonosról beszélünk. Kezelő esetében lehet szó arról, hogy „bérmunkában" történik a kezelés, tehát a hulladék tulajdonosának felkérésére hulladékkezelési műveletet végeznek azon, de a tulajdonjog nem változik.

A hulladék mindenkori birtokosának kötelessége azt biztosítani, hogy a birtokában lévő hulladék környezetterhelő és veszélyeztető hatása a lehető legkisebb mértékben érvényesüljön és ne okozhasson környezetszennyezést vagy egészségkárosodást.

A lakos, akinek mindennapi életvitele során a hulladék keletkezik, tulajdonos mindaddig, amíg a közszolgáltatónak át nem adja, de például, ha elhagyja a hulladékot (más telkén), akkor a tulajdonos továbbra is az adott lakos marad, de a birtokos az lesz, akinek a telkén hagyták azt. A telektulajdonosra azonnal érvénybe lépnek a hulladék birtokosára vonatkozó kötelességek, vagyis, hogy maximális gondossággal kell lejárnia, a költségeket viselnie, amelyek megtérítését a hulladék tulajdonosától kérheti, ha az fellelhető

Ha a lakos átadja a hulladékot a közszolgáltatónak, akkor a tulajdonjog is átszáll a kezelőre.A hulladék „termelőjének" kötelessége a hulladék keletkezésének megelőzése, a tevékenység során keletkező hulladék mennyiségének és veszélyességének csökkentése, a hulladék biztonságos gyűjtése és ártalmatlanítása.

A kötelezettségek egy része teljesíthető úgy is, hogy a hulladék tulajdonosa szakvállalkozóra bízza a kezelést, a gyűjtés kötelezettsége azonban nem, hárítható át. Az átadással a hulladék további sorsáért való felelősség, a termelő kötelezettségei jórészt átszállnak az átvevőre, mint új birtokosra vagy mint szolgáltatóra. A termelő felelőssége is fennmarad azonban abban az értelemben, hogy megfelelő személynek szervezetnek adta-e tovább a hulladékot.

Nyilvántartási szabályok

A hatályos kormányrendelet szerint minden gazdálkodó szervezet, amelynek tevékenysége során a Hgt. hatálya alá tartozó hulladék keletkezik (hulladéktermelő), naprakész nyilvántartást köteles vezetni. Ez alól kivételt képeznek az ingatlantulajdonosok az ingatlanon, telephelyen keletkező települési hulladékaik tekintetében, amennyiben azt szerződés alapján kizárólag a hulladékkezelést végző közszolgáltatónak adják át.

A nyilvántartások tartalmi követelményei a rendelet mellékleteiben találhatók, azok formai kialakítását a rendelet a kötelezettekre bízza. A naprakész nyilvántartást telephelyenként kell vezetni, és azt az illetékes környezetvédelmi hatóság jogosult ellenőrizni.

A gazdálkodó szervezet nyilvántartásában szerepel a tevékenysége során képződő, vagy egyéb módon birtokába jutott hulladék. A hulladéktermelők nyilvántartását a rendelet 1. számú melléklet 1., 2. pontja, a hulladékkezelők nyilvántartásának tartalmát a rendelet 1. számú melléklet 3. pontja tartalmazza.

A hulladék szállítója köteles megőrizni

nem veszélyes hulladékok esetén fuvarokmányokat,

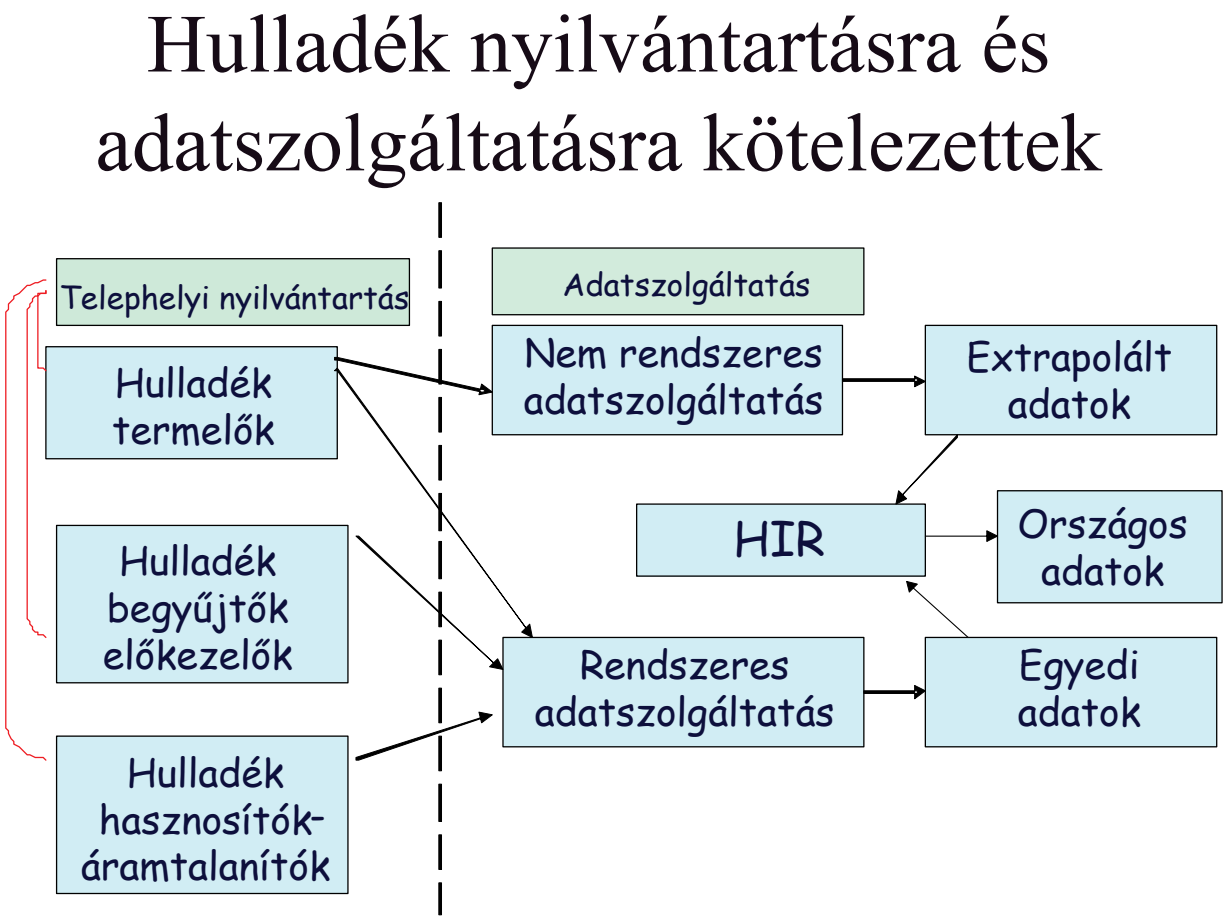
veszélyes hulladék esetén a külön jogszabály szerinti kísérő dokumentációt.

A külföldről behozott hulladékról a hasznosító, illetve az országból kivitt hulladékról a termelő a belföldi eredetű hulladéktól elkülönítetten vezet nyilvántartást.

A nyilvántartások, bizonylatok, valamint az egyéb dokumentációk - ha jogszabály ennél hosszabb időt nem állapít meg - a veszélyes hulladék esetében tárgyévet követő 10 évig, nem-veszélyes hulladék esetében 5 évig nem selejtezhetők.

Adatszolgáltatási szabályok

A fent leírtak szerint minden gazdálkodó szervezet, amelynek a tevékenysége során hulladék képződik vagy hulladékot kezel - a gazdálkodószervezet nagyságától függetlenül - naprakész nyilvántartás vezetésére köteles. Az adatszolgáltatási kötelezettség azonban már nem ennyire egyöntetű.



6.1.3 – 4. ábra: Hulladék nyilvántartási kör

A kormányrendelet szerint bizonyos gazdálkodó szervezetek rendszeres, míg mások eseti adatszolgáltatásra kötelezettek, az alábbiak szerint.

Termelők esetén

Rendszeres adatszolgáltatásra azon gazdálkodó szervezet kötelezett, amelynél az alkalmazotti létszám eléri a 10 főt, vagy a telephelyen évenként keletkezett (birtokolt) hulladék összes mennyisége meghaladja a kormányrendeletben szereplő alábbi határokat:

- veszélyes hulladék esetében a 200 kg-ot, vagy
- nem veszélyes hulladék esetében a 2000 kg-ot, vagy
- építési és bontási hulladék esetében az 5000 kg-ot.

A rendszeres adatszolgáltatási kötelezettség nem érinti azon gazdálkodó szervezetet, amelynél kis mennyiségű hulladék keletkezik. A gazdálkodó szervezeti szinten kis mennyiségű hulladék azonban országos szinten nagy mennyiségű hulladékot jelent, ezért a kormányrendelet lehetőséget biztosít az eseti adatszolgáltatásra. Az eseti adatszolgáltatás során a rendszeres adatszolgáltatásra nem kötelezettek közül statisztikai kiválasztási módszerekkel történik a kötelezettek kijelölése. A kijelölt gazdálkodó szervezeteknek az adott évben a nyilvántartásuk alapján adatot kell szolgáltatni.

Kezelők esetén

Minden hulladékkezelő (begyűjtő, előkezelő, hasznosító és ártalmatlanító) - a szállító kivételével - rendszeres adatszolgáltatásra kötelezett.

Nem kell adatot szolgáltatni a települési hulladékokról, amennyiben azt a közszolgáltatónak adják át (nyilvántartási és adatszolgáltatási kötelezettség alóli mentesség), valamint a külön jogszabály alapján bejegyzett, a hulladék visszavételére kötelezettnek, vagy azzal szerződésben álló átvevőnek átadott hulladékról (csak adatszolgáltatási kötelezettség alól való mentesség).

Az adatszolgáltatás határideje

a keletkezett hulladékról évente a tárgyévet követő év március 1.,

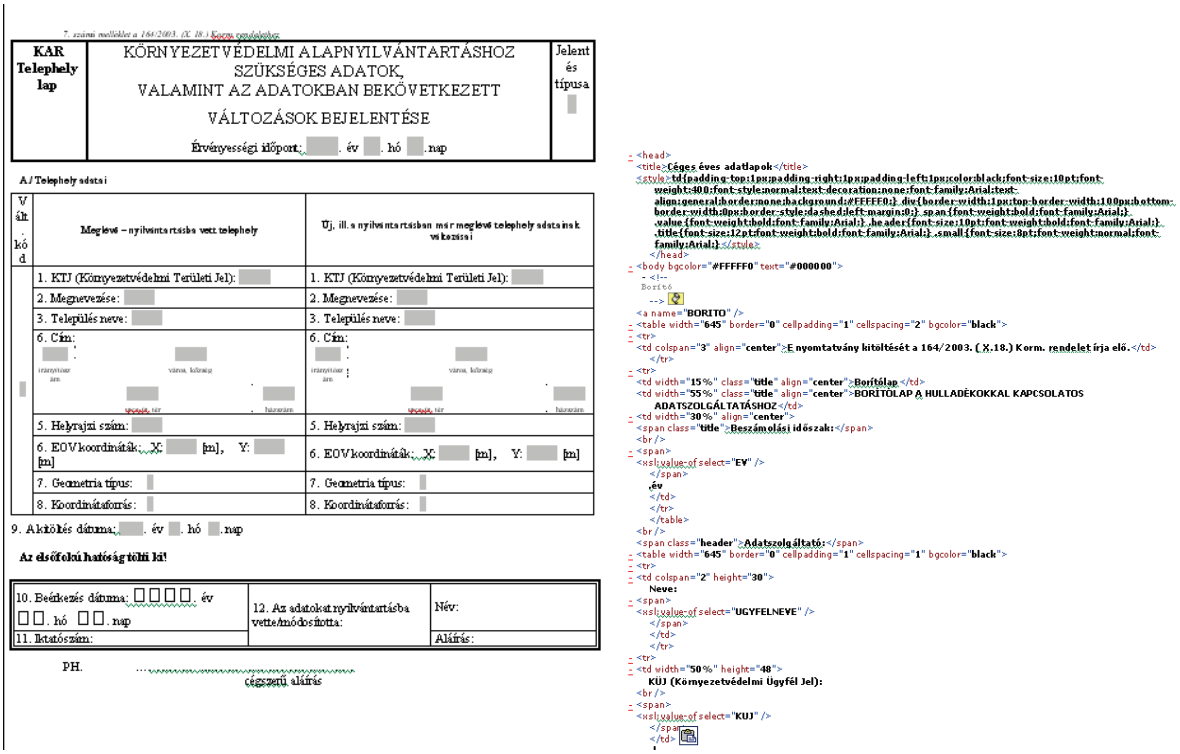
nem veszélyes hulladék kezelésről évente a tárgyévet követő év március 1.,

veszélyes hulladék kezelésről negyedévente a tárgynegyedévet követő 8. munkanap.

Az adatszolgáltatást a telephely szerint illetékes felügyelőségnek kell megküldeni.

Az adatszolgáltatást nyomtatványon, elektronikus adathordozón vagy fokozott biztonságú elektronikus aláírással ellátott elektronikus dokumentumon, ügyfélkapun keresztül lehet benyújtani.

Az adatszolgáltatást a rendelet mellékletében szereplő nyomtatványokon kell teljesíteni.



7. számú melléklet a 164/2003. (X. 18.) Korm. rendelethez

KAR Telephely lap	KÖRNYEZETVÉDELMI ALAPNYILVÁNTARTÁSHOZ SZÜKSÉGES ADATOK, VALAMINT AZ ADATOKBAN BEKÖVETKEZETT VÁLTOZÁSOK BEJELENTÉSE Érvényességi időpont: . év . hó . nap	Jelent és típusa

A / Telephely adatai

Vált kód	Meglevő – nyilvántartásba vett telephely	Új, ill. a nyilvántartásban már meglevő telephely adatainak változásai
	1. KTJ (Környezetvédelmi Területi Jel):	1. KTJ (Környezetvédelmi Területi Jel):
	2. Megnevezése:	2. Megnevezése:
	3. Település neve:	3. Település neve:
	6. Cím: irányítószám, város, közterület, közterület jellege, házszám	6. Cím: irányítószám, város, közterület, közterület jellege, házszám
	5. Helyrajzi szám:	5. Helyrajzi szám:
	6. EOV koordináták: X: [m], Y: [m]	6. EOV koordináták: X: [m], Y: [m]
	7. Geometria típus:	7. Geometria típus:
	8. Koordinátaforrás:	8. Koordinátaforrás:

9. Akitöltés dátuma: . év . hó . nap

Az elsőfokú hatóság tölti ki!

10. Beérkezés dátuma: □□□□. év □□. hó □□. nap	12. Az adatokat nyilvántartásba vette/módosította:	Név:
11. Iktatószám:		Aláírás:

PH.

cégszerű aláírás

```
<head>
<title>Céges éves adatlapok</title>
<style>td{padding-top:1px;padding-right:1px;padding-left:1px;color:black;font-size:10pt;font-
weight:400;font-style:normal;text-decoration:none;font-family:Arial;text-
align:general;border:none;background:#FFFFFF}.div{border-width:1px;top-border-width:100px;bottom-
border-width:0px;border-style:dashed;left-margin:0;}.span{font-weight:bold;font-family:Arial;}
.value{font-weight:bold;font-family:Arial;}.header{font-size:10pt;font-weight:bold;font-family:Arial;}
.title{font-size:12pt;font-weight:bold;font-family:Arial;}.small{font-size:8pt;font-weight:normal;font-
family:Arial;}</style>
</head>
<body bgcolor="#FFFFF0" text="#000000">
<!--
Borító
-->
<a name="BORITO" />
<table width="645" border="0" cellpadding="1" cellspacing="2" bgcolor="black">
<tr>
<td colspan="3" align="center">E nyomtatvány kitöltését a 164/2003. (X.18.) Korm. rendelet írja elő.</td>
</tr>
<tr>
<td width="15%" class="title" align="center">Borítólap</td>
<td width="55%" class="title" align="center">BORÍTÓLAP A HULLADÉKOKKAL KAPCSOLATOS
ADATSZOLGÁLTATÁSHOZ</td>
<td width="30%" align="center">
<span class="title">Beszámolási időszak:</span>
<br />
<span>
<xsl:value-of select="EV" />
</span>
.év
</td>
</tr>
</table>
<br />
<span class="header">Adatszolgáltató:</span>
<table width="645" border="0" cellpadding="1" cellspacing="1" bgcolor="black">
<tr>
<td colspan="2" height="30">
Neve:
<span>
<xsl:value-of select="UGYFELNEVE" />
</span>
</td>
</tr>
<tr>
<td width="50%" height="40">
KÜJ (Környezetvédelmi Ügyfél Jel):
<br />
<span>
<xsl:value-of select="KUJ" />
</span>
</td>
```

6.1.3 – 5. ábra: Telephelyi adatszolgáltatás nyomtatvány és elektronikus adatszolgáltatás file (részlet)

A HIR alapadatait a 164/2003. (X. 18.) Korm. rendelet mellékleteiben szereplő adatlapok alapján szolgáltatott adatok képezik. A kormányrendelet alapján a HIR-ben először a 2004. évre vonatkozóan állnak rendelkezésre adatok:

- a keletkezett hulladékok mennyiségére vonatkozó éves,
- a nem veszélyes hulladékok kezelésére vonatkozó éves,
- a veszélyes hulladékok kezelésére vonatkozó negyedéves
- adatok kerülnek gyűjtésre.

A HIR-ben az önkormányzati politikáról szolgáltatott adatok, a települési szilárd és folyékony hulladékok gyűjtésére vonatkozó, a Központi Statisztikai Hivatalban gyűjtött adatok fokozatosan elérhetőek.

Az adatlapokat az illetékes környezetvédelmi felügyelőségek rögzítik. A rögzítés során maga a szoftver is ellenőrzi az egyes adatlapokat, jelzi a kritikus és jelzésértékű hibákat. Amennyiben az adatlap kritikus hibát tartalmaz, úgy azt hiánypótlásra vissza kell küldeni az adatszolgáltatónak, míg jelzés értékű hiba esetén a felügyelőség mérlegel az adatlapnak a hibával együtt történő elfogadásáról, vagy a hiánypótlás elrendeléséről. Az adatlapokat a felügyelőség szakmailag is ellenőrzi.

A fentiek alapján gyűjtött adatok az interneten keresztül is elérhetőek, mind országos, régiós, megyei és települési bontásban is.

Az interneten történő tájékoztatás első lépéseként az ún. történelmi adatok kerültek feldolgozásra:

a korábban létrehozott veszélyes hulladék információs rendszerben Hazardous Waste Information System, HAWIS) kezelt adatokra látunk példát. [4]

6.1.3 – 1. táblázat: Veszélyes hulladék évenkénti bontásban 1996 – 2003. évben [5]

Év	Veszélyes hulladék (kg)
1996	**2 584 774 066**
1997	3 630 160 566
1998	3 915 029 159
1999	3 646 097 701
2000	3 392 627 960
2001	3 413 032 070
2002	1 774 547 205
2003	1 176 994 110

6.1.3 – 2. táblázat Az 1996. évi veszélyes hulladékok mennyisége régiós, megyei és nemzetgazdasági ág bontásban [5]

Régió	**Veszélyes hulladék (kg)**
Dél-Alföldi	188 562 012
Dél-Dunántúli	239 982 945
Észak-Alföldi	166 964 565
Észak-Magyarországi	357 418 590
Közép-Dunántúli	1 071 157 548
Közép-Magyarországi	193 092 277
Nyugat-Dunántúli	367 596 129
Végösszeg	2 584 774 066

Megye	**Veszélyes hulladék (kg)**
Bács-Kiskun	54 829 540
Baranya	210 602 192
Békés	61 371 973
Borsod-Abaúj-Zemplén	293 869 388
(Budapest)	128 616 216
Csongrád	72 360 499

- Megye	- Veszélyes hulladék (kg)
- Fejér	- 59 038 605
- Győr-Moson-Sopron	- 307 770 184
- Hajdú-Bihar	- 43 023 952
- Heves	- 50 716 022
- Jász-Nagykun-Szolnok	- 35 715 040
- Komárom-Esztergom	- 445 981 199
- Nógrád	- 12 833 180
- Pest	- 64 476 061
- Somogy	- 13 843 200
- Szabolcs-Szatmár-Bereg	- 88 225 573
- Tolna	- 15 537 553
- Vas	- 35 301 806
- Veszprém	- 566 092 875
- Zala	- 24 569 008
- Végösszeg	- 2 584 774 066

- Nemzetgazdasági ág	- Veszélyes hulladék (kg)
- A-Mezőgazdaság, Vadgazdálkodás, Erdőgazdálkodás	- 38 854 559
- B-Halászat	- 340 283
- C-Bányászat	- 49 811 185
- D-Feldolgozóipar	- 1 329 835 400
- E-Villamosenergia-,Gáz-,Hő- És Vízellátás	- 667 320 605
- F-Építőipar	- 18 993 871
- G-Kereskedelem, Járműjavítás	- 31 545 376
- H-Szálláshely-Szolgáltatás, Vendéglátás	- 2 237 879
- I-Szállítás, Raktározás, Posta ,Távközlés	- 22 253 768
- J-Pénzügyi Tevékenység	- 1 325 130

6.1.3 – 3. táblázat: 1996. évi veszélyes hulladék főcsoport bontásban

Hulladék főcsoport 1996. év	Veszélyes hulladék (kg)
01 - Ásványok kutatásából, bányászatából, kőfejtésből, fizikai és kémiai kezeléséből származó hulladékok	708 830 700
02 - Mezőgazdasági, kertészeti, vízkultúrás termelésből, erdőgazdaságból, vadászatból, halászatból, élelmiszer előállításból és feldolgozásból származó hulladékok	257 184 705

Hulladék főcsoport 1996. év	Veszélyes hulladék (kg)
03 - Fafeldolgozásból és falemez-, bútor-, cellulóz rost szuszpenzió-, papír- és kartongyártásból származó hulladékok	3 803
04 - Bőr-, szőrme- és textilipari hulladékok	39 398 862
05 - Kőolaj finomításából, földgáz tisztításából és kőszén pirolitikus kezeléséből származó hulladékok	73 049 687
06 - Szervetlen kémiai folyamatokból származó hulladékok	59 927 260
07 - Szerves kémiai folyamatokból származó hulladékok	38 943 398
08 - Bevonatok (festékek, lakkok és zománcok), ragasztók, tömítőanyagok és nyomdafestékek termeléséből, kiszereléséből, forgalmazásából és felhasználásából származó hulladékok	5 938 322
09 - Fényképészeti ipar hulladékai	871 008
10 - Termikus gyártásfolyamatokból származó hulladékok	636 626 090
11 - Fémek és egyéb anyagok kémiai felületkezeléséből és bevonásából származó hulladékok; nemvas fémek hidrometallurgiai hulladékai	22 166 154
12 - Fémek, műanyagok alakításából, fizikai és mechanikai felületkezeléséből származó hulladékok	131 143 166
13 - Olajhulladékok és folyékony üzemanyagok hulladékai (kivéve az étolajokat, valamint a 05, 12 és 19 fejezetekben felsorolt hulladékokat)	215 081 976
14 - Szerves oldószer-, hűtőanyag- és hajtógáz hulladékok (kivéve 07 és 08)	19 508 553
15 - Hulladékká vált csomagolóanyagok; közelebbről nem meghatározott abszorbensek, törlőkendők, szűrőanyagok és védőruházat	927 773
16 - A jegyzékben közelebbről nem meghatározott hulladékok	49 629 506
17 - Építési és bontási hulladékok (beleértve a szennyezett területekről kitermelt földet is)	19 051 742
18 - Emberek, illetve állatok egészségügyi ellátásából és/vagy az azzal kapcsolatos kutatásból származó hulladékok (kivéve azokat a konyhai és éttermi hulladékokat, amelyek nem közvetlenül az egészségügyi ellátásból származnak)	7 049 519
19 - Hulladékkezelő létesítményekből, szennyvizeket keletkezésük telephelyén kívül kezelő szennyvíztisztítókból, illetve az ivóvíz és iparivíz szolgáltatásból származó hulladékok	290 377 791
20 - Települési hulladékok (háztartási hulladékok és az ezekhez hasonló, kereskedelmi, ipari és intézményi hulladékok), beleértve az elkülönítetten gyűjtött hulladékokat is	9 064 051
Végösszeg	2 584 774 066

Irodalom

1. Környezet- és természetvédelmi lexikon, 2002, Akadémiai Kiadó, Budapest
2. 2000. évi XLIII. törvény a hulladékgazdálkodásról
3. Bulla Miklós at all: Környezetvédelem, HEFOP jegyzet, 2006, Széchenyi István Egyetem, Győr,
4. Nagy Géza-Bulla Miklós-Hornyák Margit-Vagdalt László: Hulladékgazdálkodás, 2002., egyetemi jegyzet, Széchenyi István Egyetem, Győr,
5. Dr. Hornyák Margit – Fekete Katalin: Hulladékgazdálkodási Információs Rendszer, leírás, 2006, Budapest
6. http://www.kvvm.hu/ honlap, 2006.
7. Lelkes György: Immiszziós, veszélyes hulladék és levegő tisztaságvédelmi adatok megjelenítése a KvVM intraneten keresztül http://www.otk.hu/cd02/1szek/LelkesGy%C3%B6rgy.htm
8. Környezetgazdálkodási Füzetek, 2003, KvVM, Budapest
9. Nagy Géza-Pestiné Rácz Éva Veronika: Hulladékmegelőzés és hulladékcsökkentés a tisztább termelés módszereinek alkalmazásával. XI. Ipari Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállítás. 2005. március 21-23, Lajosmizse. pp.9-18.

6.2 Levegőszennyeződési modellezés

Légszennyező anyagok transzportjának modellezése

Ahhoz, hogy egyik legfontosabb környezeti elemünk, a levegő állapotáról pontos képet kaphassunk egy sor információ birtokában kell lennünk. Tennünk kell mindezt azért is mert a levegő minősége nagyobb városainkban sok esetben rossznak mondható. Mit tehetünk ennek elkerülése érdekében? Mit tehetünk a levegőminőség tervezése során? De természetesen térjük ki e jegyzet témájára, a térinformatikára és szerepére a levegőminőség tervezés folyamatában.
Amikor a légszennyezésről beszélünk feltétlen meg kell említenünk annak általános kérdéseit.

6.2.1 A légszennyezés általános kérdései

Ezek között szerepelnek a következő pontokba szedett kérdések. Részletes tárgyalásától ebben a jegyzetben eltekintünk, hiszen más tárgyakban szerepelni fog mindez.
- a légszennyezés keletkezése,
- mennyiségi viszonyok,
- légszennyezők csoportosítása.

A szennyezőanyagok terjedését befolyásoló tényezők ismerete szintén elengedhetetlen feltétele a levegőminőség tervezésének.

A szennyezőanyagok terjedését befolyásoló tényezők a következők:

- A légkör hőmérsékleti rétegződése és stabilitása

- A légkör termikus egyensúlyi állapota
- Labilis és stabil légállapot
- Stabilitás hatása a szennyezőanyag terjedésére

- A szél

- Az effektív forrásmagasság

Nézzük talán meg mindezeket egy kicsit részletesebben. Ha nem is a teljesség igényével, de néhány mondattal és szemléletes ábrák segítségével mindez érthetőbbé és világosabbá tehető.

A légkör termikus egyensúlyi állapota

A szennyezőanyagok terjedése szempontjából egyik legfontosabb jellemzője a légkörnek a levegőhőmérséklet változása a magasság függvényében. A függőleges irányú hőmérséklet gradiens $\Delta t/\Delta z$, jellegzetesen (°C/100 m)-ben adják meg. Előjele "+", ha a magasság függvényében, annak növekedésével a hőmérséklet is nő.

Mikor van a légkör termikus egyensúlyban? Ehhez azt kell megvizsgálni, hogy mennyire változik meg egy Δz függőleges elmozdulás hatására a levegő hőmérséklete.

A magasságváltozás hatására bekövetkező nyomásváltozás:

$$\Delta p = -\gamma \Delta z = -\frac{1}{v}\Delta z, \qquad \text{ahol } \gamma \text{ a levegő fajsúlya,} \qquad (22)$$

v a levegő fajtérfogata.

Ennek a nyomáskülönbségnek a hatására a levegő adiabatikus állapotváltozást szenved.

Amelyre a következő összefüggések érvényesek:

$$p^{\frac{1}{\kappa}-1} T = konst.$$

$$\Delta T = \frac{T}{p}\left(1-\frac{1}{\kappa}\right)\Delta p \qquad \text{ahol } \kappa \text{ az adiabatikus expanzió kitevője.} \qquad (23, 24, 25)$$

$$\frac{\Delta T}{\Delta z} = -\frac{T}{pv}\left(1-\frac{1}{\kappa}\right) = -\frac{1}{R}\left(1-\frac{1}{\kappa}\right)$$

A termikus egyensúly hőmérsékleti gradiense -0.975 °C/100 m, vagyis kb. -1°C/100 m. Ami azt jelenti, hogy a termikus egyensúly állapotában (száraz adiabata) a levegő hőmérséklete felfelé haladva 1°C-kal csökken 100 méterenként.

Termikus egyensúlyról akkor beszélhetünk, amikor egy légtömeget függőlegesen kimozdítunk és annak új helyzetében a hőmérséklete azonos lesz az ebben a magasságban mérhető levegőhőmérséklettel, ebből következően sűrűsége is megegyező lesz. Ennek következtében a légtömegek függőleges kicserélődését hőmérsékletkülönbségből adódó sűrűségkülönbség nem akadályozza, de nem is idézi elő.

Ebben az esetben a függőlegesen elmozduló légtömeg bármely magasságban környezetével megegyező hőmérsékletű és sűrűsége is egyenlő. Ezért ezt az állapotot semleges állapotnak nevezzük.

Labilis és stabilis légállapot

A különböző légállapotokat a 6.2.1 – 1. ábra alapján tekintsük át!

A 6.2 – 1. ábrán 1- 2 - 3-as számokkal jelölt eseteket tekintsük végig.

① - Egy talajszinten lévő t_0 hőmérsékletű légtömeg z_1 magasságba emelkedve adiabatikus állapotváltozás során t_a hőmérsékletre hűl le, de mivel $t_a > t_1$, vagyis mint környezetének hőmérséklete és sűrűsége kisebb, így tovább emelkedik. Emiatt intenzív az átkeveredés a hőmérsékleti rétegződések között. Ezt az állapotot labilis állapotnak nevezzük.

② - Ebben az esetben az előzővel ellentétes hatást észlelünk. Ekkor ugyanis a talajszintről z_1 magasságba emelkedett légtömeg t_a hőmérsékletű, környezeténél hidegebb, emiatt igyekszik visszasűllyedni. Ezek az állapotok a függőleges kicserélődésnek nem kedveznek. Ezt a légállapotot stabil légállapotnak szokás nevezni. A stabil kategórián belül különbséget szokás tenni a gyengén és erősen stabil állapotok között. Ezt az esetet gyengén stabilnak szokták nevezni. Általában - 0.5° C/100m < $\Delta t/\Delta z$ < 0.5°C/100m tartományt szokták ide sorolni.

③ - Ezt az állapotot szokás erősen stabil állapotnak nevezni. Az un. inverzió az átkeveredést teljesen megakadályozza.

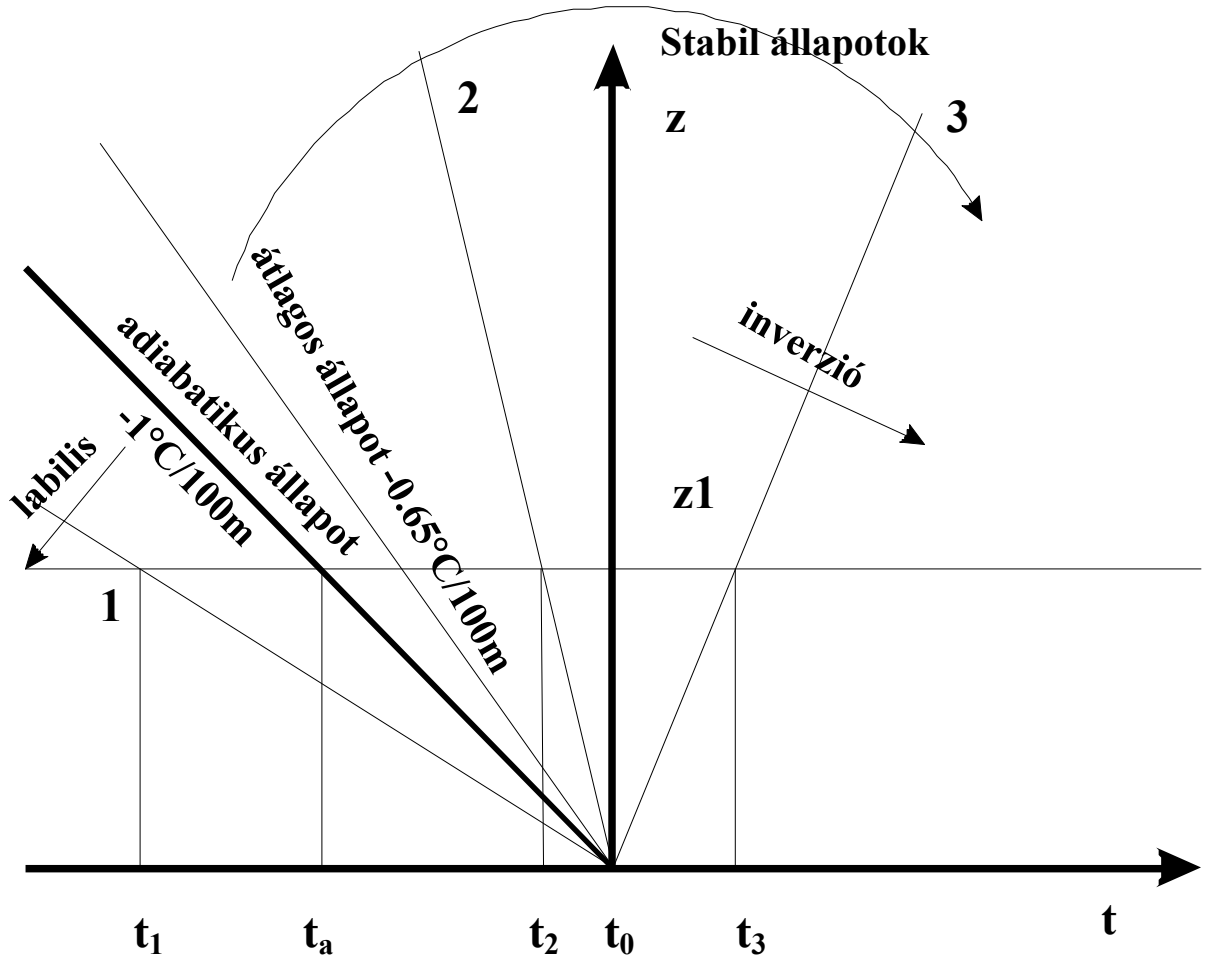
A légkör stabilitását befolyásoló tényezők

A legfontosabb ezek közül a hősugárzás, a terület felett haladó légtömegek hatása és az emberi tevékenység által a légkörbe bocsátott hőmennyiség.

Derült időben a napsugárzás legnagyobb része eléri a talajt és azt felmelegíti. A felmelegedett talaj hője egy részét a talajszinti légrétegeknek adja át, az átkeveredés gyors lesz, az így kialakuló légköri állapot labilis lesz. Hasonló a helyzet derült éjszakán, csak itt stabil állapot alkul ki.

A közepes földrajzi szélességeken az atmoszféra stabilitása nagymértékben függ a terület felett haladó légtömegek típusától. Két csoportra lehet őket bontani: sarki légtömegek, trópikus légtömegek.

Az emberi tevékenység által kibocsátott hőmennyiségek hatása a városokhoz, iparterületekhez köthető. Sok esetben ezeken a helyeken a környezettől lényegesen eltérő hőmérsékletmező alakul ki.

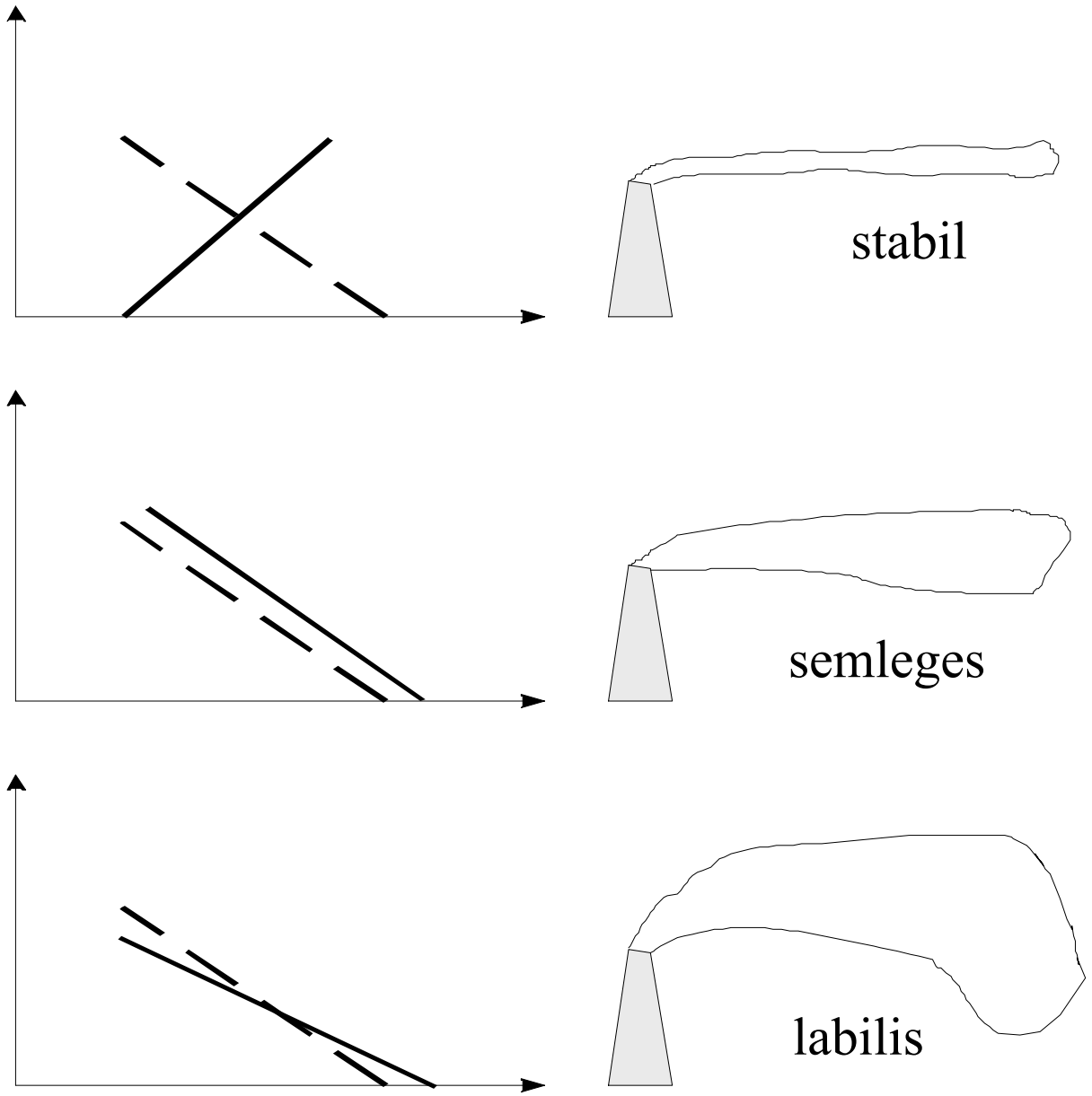


6.2.1 – 1. ábra. A légkör termikus egyensúlyi állapota

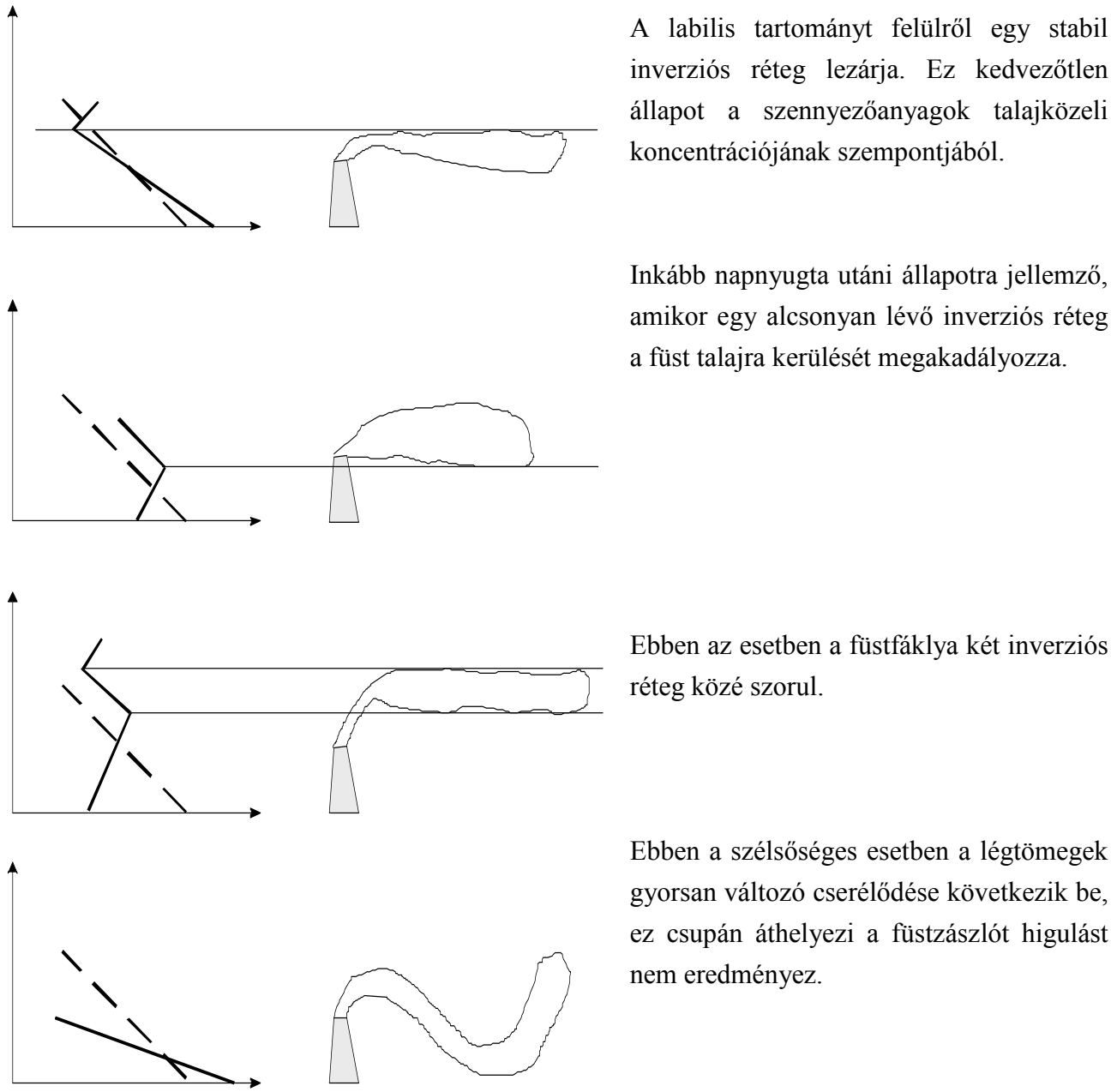
A stabilitás hatása a szennyezőanyagok terjedésére

A stabilitás hatását a szennyezőanyagok terjedésére szemléletesen a következő 6.2.1 - 2. ábrán láthatjuk. Ezen az ábrán a három jellemző stabilitási kategória szerepel a stabil, semleges és a labilis légállapot esete. Stabil légállapot esetén, mivel a szél örvényessége kicsi és a függőleges menti kicserélődés valószínüsége nagyon csekély, a szél a szennyezőanyagokat alig felhigítva nagy távolságokra is elszállíthatja. Labilis állapotban a függőleges kicserélődés intenzív és a szél erősen turbulens, a kibocsátott szennyezőanyag kis távolságon belül szétterülve felhigul. Ezt követően a 6.2.1 - 3. ábrán néhány különleges állapot bemutatása szerepel.

Az eddigiek során mindig azzal a feltételezéssel éltünk, hogy a hőmérséklet a magassággal lineárisan változik. Ez az egyszerűsítés azonban az esetek túlnyomó részében nem engedhető meg. Ilyen ha a hőmérséklet magasságfüggését leíró görbét szakaszokkal közelítjük.



6.2.1 - 2. ábra. Jellemző füstzászló alakok stabil, semleges és labilis légállapot esetén



A labilis tartományt felülről egy stabil inverziós réteg lezárja. Ez kedvezőtlen állapot a szennyezőanyagok talajközeli koncentrációjának szempontjából.

Inkább napnyugta utáni állapotra jellemző, amikor egy alcsonyan lévő inverziós réteg a füst talajra kerülését megakadályozza.

Ebben az esetben a füstfáklya két inverziós réteg közé szorul.

Ebben a szélsőséges esetben a légtömegek gyorsan változó cserélődése következik be, ez csupán áthelyezi a füstzászlót higulást nem eredményez.

6.2.1 - 3. ábra. Különleges légállapotban létrejövő füstzászló alakok

A szél

A szennyezőanyagok terjedése a légkör alsó néhány száz, esetleg ezer métertes rétegében, a földfelszínhez közeli un. határrétegben történik. Ebben a tartományban a szél keletkezése és szerkezetének kialakulása három erő hatására vezethető vissza:

- a vízszintes nyomásgradiensből adódó erő,
- a Föld forgása miatti Coriolis-erő,
- a földfelszín közelsége miatt keletkező surlódási erő.

A vízszintes nyomásgradiens hatására indul meg a levegő áramlása. Minél nagyobb a nyomáskülönbség, annál erősebb szél keletkezik. A szél iránya nem egyezik meg a nyomásgradiens irányával, hanem ahhoz képest az északi feltekén jobbra fordul. Ennek oka a Coriolis-erő fellépése. A nyomásgradiens és a Coriolis-erő hatására kialakuló szelet nevezik geosztrófikus szélnek. A légkör felsőbb (kb. 1000 m feletti) rétegeiben a szél iránya és sebessége gyakorlatilag megegyezik a

geosztrófikus szél irányával és sebességével. Ebben a magasságban tehát e két erő hatására alakul ki a szél. A felszínhez közeledve azonban egyre inkább érezhető a surlódási erő hatása. A felszín közelében létrejön egy surlódási határréteg. A szélmező turbulenciáját a légmozgás útjába kerülő akadályok, a szélsebesség függőleges menti változása és a légkör hőmérsékleti rétegződése befolyásolja. Ezeket a jelenségeket a modellező programok is sok esetben figyelembe veszik.

Az effektív forrásmagasság

A légkörbe bocsátott szennyezőanyagok mozgása két alapvető részre bontható:

- a kibocsátott szennyezőanyag a forrást elhagyva felemelkedik,
- az emelkedés után úgy terjed és hígul, hogy a szennyezésfelhő tengelyének magassága nem változik.

A felemelkedés két okra vezethető vissza: a kibocsátott anyag mozgási energiájára és a környezeti levegőtől való eltérő sűrűségre. Ez utóbbi általában a kibocsátás magasabb hőmérsékletéből adódik. A kilépés utáni felemelkedést járulékos kéménymagasságnak nevezzük. A forrás effektív magassága pedig a forrás geometriai és járulékos magasságának összege. Ennek meghatározására számos empirikus összefüggést állítottak fel. Széles körben három formula használata terjedt el: a Holland-formula, Briggs-formula és a Concawe-formula.

A három formulával számított értékeket összehasonlítva általában a Holland-formula adja a legkisebb, a Briggs-formula pedig a legnagyobb értékeket.

Álljon itt egy gyakran használt formula (egyszerűsített Briggs) az effektív forrásmagasság kiszámítására:

$$H = h + 114k\frac{\left[gv_s(\frac{D}{2})^2\ \frac{T_S - T_K}{T_K}\right]^{1/3}}{u}$$,ahol

T_S - a kilépő gáz hőmérséklete,

T_K - a környezeti hőmérséklet,

v_S - a kilépő gázsebesség,

D - a kémény átmárője,

u - a szélsebesség,

k - stabilitástól függő szorzótényező,

h - a kéménymagasság.

6.2.2 Levegőminőség-tervező módszerek és modellek

Levegőminőség-tervezés szempontjából egy sor ismeretre van szükségünk. Emeljük most ki mindezeket csak kulcsszavak szerint.

- levegőkészlet / szélsebesség, rétegvastagság, háttérszennyezettség /,
- levegőminőség tervezése / határértékek /,
- meteorológiai szimulációs modell, /transzmissziós modell/,

- emissziókataszter / emissziós források figyelembe vétele /,
- háttérszennyezettség / immissziós értékek /,
- alapterhelés / alapterhelés + tervezési max. koncentráció ≤ előírás /,
- effektív kéménymagasság, járulékos kéménymagasság.

Néhányat ezek közül már megtárgyaltunk, térjünk most át a modellezésre.
Rövid távú terjedési modellek esetében, a turbulencia a meghatározó.
Hosszú távú terjedési modellek esetében a turbulencia elhanyagolható a kémiai reakcióknak és az ülepedésnek van meghatározó szerepe.
A levegőkészlet-gazdálkodás és a hatósági döntések gyakorlati végrehajtásának előkészítéséhez szükség van számítási segédeszközök igénybevételére.
A légköri diszperzió számításának legáltalánosabban elfogadott módszerei Roberts, Sutton, Pasquill, Gifford és Turner által módosított egyenleteken alapszik. Ezek az egyenletek a következő alapfeltételek teljesedése esetén érvényesek:
1. -A kibocsátás folyamatos, vagy a kibocsátás időtartama az elszállítódás időtartamával megegyezik, vagy annál hosszabb, ezért az elszállítódás irányába eső diffúzió elhanyagolható.
2. -A kibocsátott szennyezőanyag konzervatív tulajdonságú gáz vagy aeroszol (a részecskék átmérője 10 μm-nél kisebb), amely lebegő állapotban marad hosszabb időtartamon keresztül.
3. -Az anyagmegmaradás elve teljesedik, azaz a kibocsátott anyagból semmi sem kerül ki az elszállítódás folyamán és a talajt tökéletes visszaverő felületnek tekintjük.
4. -Az x tengely a szél irányába esik és az átlagos szélsebesség arra rétegre jellemző, ahol a terjedés végbemegy.
5. -A füstfáklyát alkotó szennyezőanyag normál eloszlású mind a szélre merőleges, mind a vertikális irányban.
6. -A felszín érdességi elemeiről feltételezzük, hogy homogén eloszlásúak, ami a horozontális síkban homogén turbulenciát eredményez.
7. -A turbulenciát stacionernek tekintjük, azaz nincs időbeli változás az örvényességben.

Gázok vagy részecskék koncentrációját a H effektív kéménymagasságú, folytonos forrástól számított (x,y,z) pontban a következő egyenlet adja meg.

$$R(x,y,z,H)=\frac{Q}{2\pi\sigma_z\sigma_y u}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right]\left\{\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-H}{\sigma_z}\right)^2\right]+\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z+H}{\sigma_z}\right)^2\right]\right\}$$

ahol R a forrástól mért távolság
H - a füstfáklya középvonalának magassága [m],
h - a fizikai kéménymagasság [],
σ_y, σ_z - standard deviációk[m],
u - átlagos szélsebesség[m/s],
Q - a szennyezőanyag kibocsátás [g/s],

A következő feltételezéseket tették: a füstfáklya szóródása a horozontális és vertikális síkokban Gauss-féle eloszlású. Az egyenlet akkor érvényes, ha a füstfáklya-elszállítódás irányába ható diffúzió elhanyagolható.

Talajszintre érvényes koncentráció esetén z=0 és az egyenlet tovább egyszerűsödik.

$$R(x, y,0, H) = \frac{Q}{\pi\sigma_z\sigma_y u}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right]\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{H}{\sigma_z}\right)^2\right]$$

Ha a füstfáklya alatt nézzük, tovább egyszerűsödik az egyenlet :

$$R(x,0,0, H) = \frac{Q}{\pi\sigma_z\sigma_y u}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{H}{\sigma_z}\right)^2\right]$$

Az egyenletekben lévő H értéke a 180. oldalon megadott egyenlet alapján számítható.

Talajközeli izokoncentráció ábrázolása :

$$\frac{R(x, y,0, H)}{R(x,0,0, H)} = \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right]$$

adott x értéknél pl. 2.6 mg/m^3 a koncentráció ez alapján meg tudjuk mondani, mely y értéknél lesz pl. 1 mg/m^3.

Pillanatnyi kibocsátású források

/ pl. robbanás, véletlenszerű emisszió /

$$R(x, y,0, H) = \frac{2Q_T}{(2\pi)^{\frac{3}{2}}\sigma_z\sigma_y\sigma_x}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-ut}{\sigma_x}\right)^2\right]\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{H}{\sigma_z}\right)^2\right]\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right]$$

azonban ezek a σ értékek nem azonosak az előzőkkel.

Számos egyéb eset is létezik, melyekre szintén vannak számítási eljárások. Ilyen esetek például a vonalforrás, záróréteg esete, inverzió felszakadásakor keletkező koncentráció számítása. De figyelembe vehető a topográfia hatása is.

Térjünk most arra rá, hogy milyen szoftverek állnak rendelkezésünkre. A következő táblázatban néhány levegőminőségi modellre találunk példákat.

Természetesen számos más egyéb, egyszerűbb és összetettebb modell van forgalomban ezen a területen is. Válasszuk mindig a számunkra leginkább megfelelőt és kérjük ki hozzáértő szakember tanácsát mindegyik alkalmazásához.

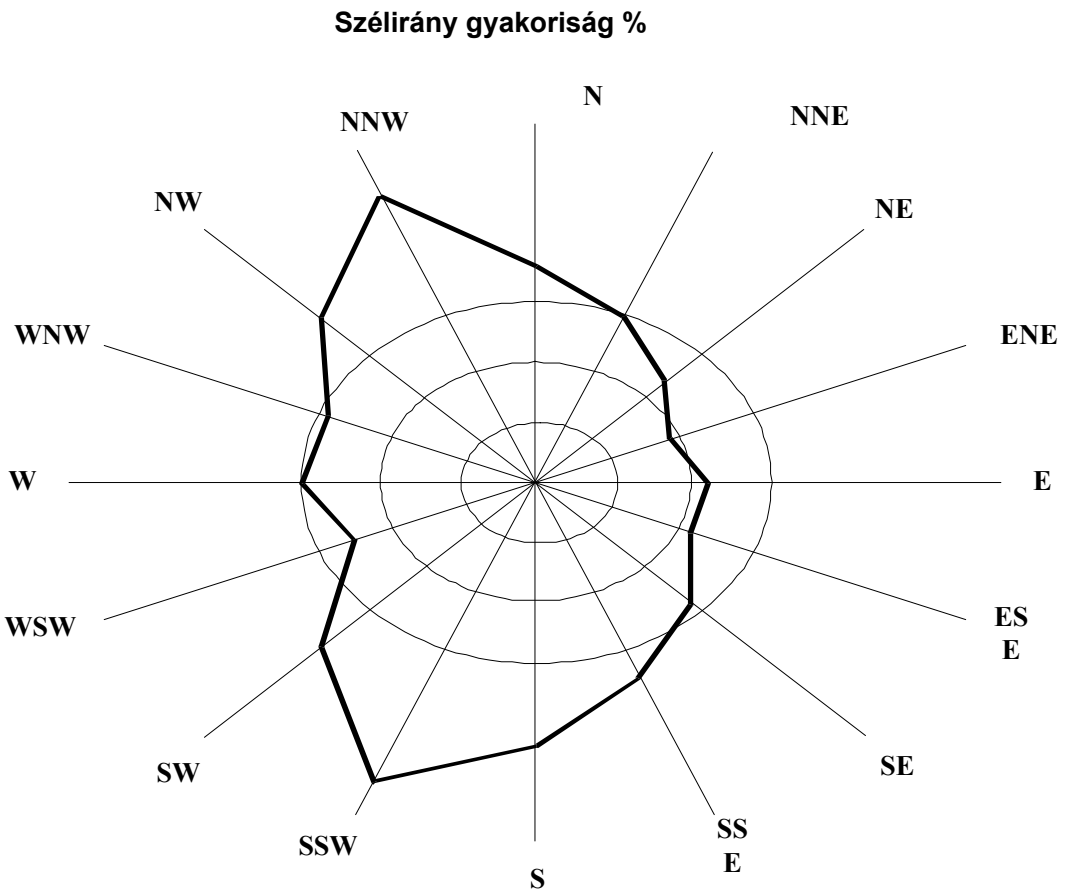
Az egyik leginkább preferált modell az ISC2-3. Mint az a táblázatból is kiderült valójában három almodellből áll össze. Használata során egy input file-t kell elkészíteni, amelynek tartalmaznia kell, hogy mit szeretnénk számolni. Koncentrációt, ülepedést, sík területen vagy domborzat figyelembevételével. Mi legyen az átlagos időtartam, milyen forrásról van szó. Ezek lehetnek pont, vonal és területei forrás. Ezek helyét és kiterjedését is meg kell adni. Tartalmaznia kell ennek a file-nak forrás jellemző paramétereit, kibocsátás nagyságát, a kéménymagasságot, átmérőt, a kilépő gáz sebbességét és hőmérsékletét. Szintén megadható a receptorpontok elhelyezkedése és terepviszonyaik. Utalni kell a meteorológiai adatokat tartalmazó input file nevére. Ezenkívül megadható egy plotfile, melybe a számítás eredményei kerülnek.

6.2.3-1. táblázat Levegőminőségi modellek

Modell	Rövid leírás
AERMOD	EU konform modell, jelenleg folyik hazai bevezetése az OMSZ irányításával és a KVVM támogatásával.
CALINE 3	Vonalforrás diszperziós modell, amely nem reaktív szennyezők koncentrációjának előrejelzésére használható az autópályák közelében és a főutak mentén, adott közlekedési emissziónál, helyrajznál és meteorológiai viszonyok között.
HIWAY-ROADWAY	Mindkét modell nem reaktív szennyezőanyagok koncentrációját számítja ki az utaktól szélirányban.
INPUFF	Gauss-féle integrált modell, amely képes kezelni adott anyag többperces véletlenszerű kibocsátását vagy modellezi a sokkal jellemzőbb kéményből történő folyamatos kibocsátást.
ISC3	Három részből tevődik össze. Az ISCLT a hosszú távú modell, ISCST a rövid távú és az ISCEV az esemény modell. Az egyik legpreferáltabb modell, Gauss-féle fáklyamodell, mely képes pont, vonal és területi forrás kezelésére is. Számos input opciója között szerepel a domborzat beépítése is.
LONGZ-SHORTZ	Több kéményből, épületből és területi forrásból kibocsátott szennyezőanyag számos receptorponton, rövid és hosszútávon jelentkező koncentrációjának kiszámítására tervezték.

Modell	Rövid leírás
MESOPUFF	Lagrange-modell alkalmas a sokszoros pontforrásból és területi forrásból eredő légszennyezés transzportjának, diffú-ziójának modellezésére 10-50 km-en belül.
MPTER	Sokszoros pontforrásra Gauss modell a területhez való módosítás lehetőségével.
MPTDS	Az MPTER módosítása, amely számol a szennyezőanyag gravitációs ülepedése miatti veszteséggel.
PEM	Városi levegőszennyezési modell, alkalmas a rövid távú átlagos felületi koncentrációk és lerakódások előrejelzésére gáznemű vagy részecske szennyezőanyagok esetén.
PBM (fotokémiai box modell)	Egyszerű, stacioner, egydobozos modell változó tetőmagasággal, amelyet arra terveztek, hogy az ózon és egyéb szmog-szennyezőanyagok órás, térfogat átlagát adja meg városi területen egy szimulált napra.
Transzmisszió 1.1	A hazai szabványokon alapuló Gauss típusú diszperziós modell

A különböző modellekhez ISCST vagy ISCLT a meteorológiai input file más feépítésű.
Az ISCST esetében a file-nak tartalmaznia kell a dátumot, év, hónap, nap és óra, majd az ezekhez tartozó szélirányt, szélsebességet, hőmérsékletet, keveredési rétegvastagságot és a stabilitási kategóriát. Mindebből tehát látható, hogy óránkénti változások nyomonkövetését tudja a program.
Az ISCLT esetében egy olyan 16-szor ismétlődő 6x6-os mátrixot kell, hogy tartalmazzon az input file, ahol a 16 jelenti a 16 szélirány csoportot a szélrózsán (6.2.3 - 1. ábra). A 6x6-os mátrix pedig a hat stabilitási kategóriát és hat szélsebesség csoportot jelöl. A mátrix elemei pedig rendre a megfelelő szélirány, stabilitási kategória és szélsebességi kategória előfordulási gyakorisága egy adott időtartamra.
Miután részletesebben áttekintettük a program futtatásához szükséges input adatokat és file-okat, nézzük most meg azt, hogy az eredmények miként kerülnek a térinformatikai rendszerbe és hogyan használhatók fel.
Természetesen ennek is több módja, más és más alternatívák lehetségesek. Bekerülhetnek az adatok direkt úton, (x, y, koncentráció érték) számhármasok szerint. Ekkor a térinformatikai rendszer segítségével kell elvégezni az izovonalak és izokoncentrációs térképek szerkesztését. Ha a térinformatikai rendszer nem képes az izovonalak megszerkesztésére számos más szoftver áll rendelkezésünkre, melyek segítségével a szerkesztés elvégezhető. Az elkészített izovonalas ábrázolás azután átvihető a térinformatikai rendszerbe. Egy ilyen lehetőség a DXF formátumú adatátvitel. Itt azonban természetesen ki kell alakítani a topológiát, megfelelő koordináta rendszerbe kell transzformálni az áthozott izovonalas DXF file adatait.

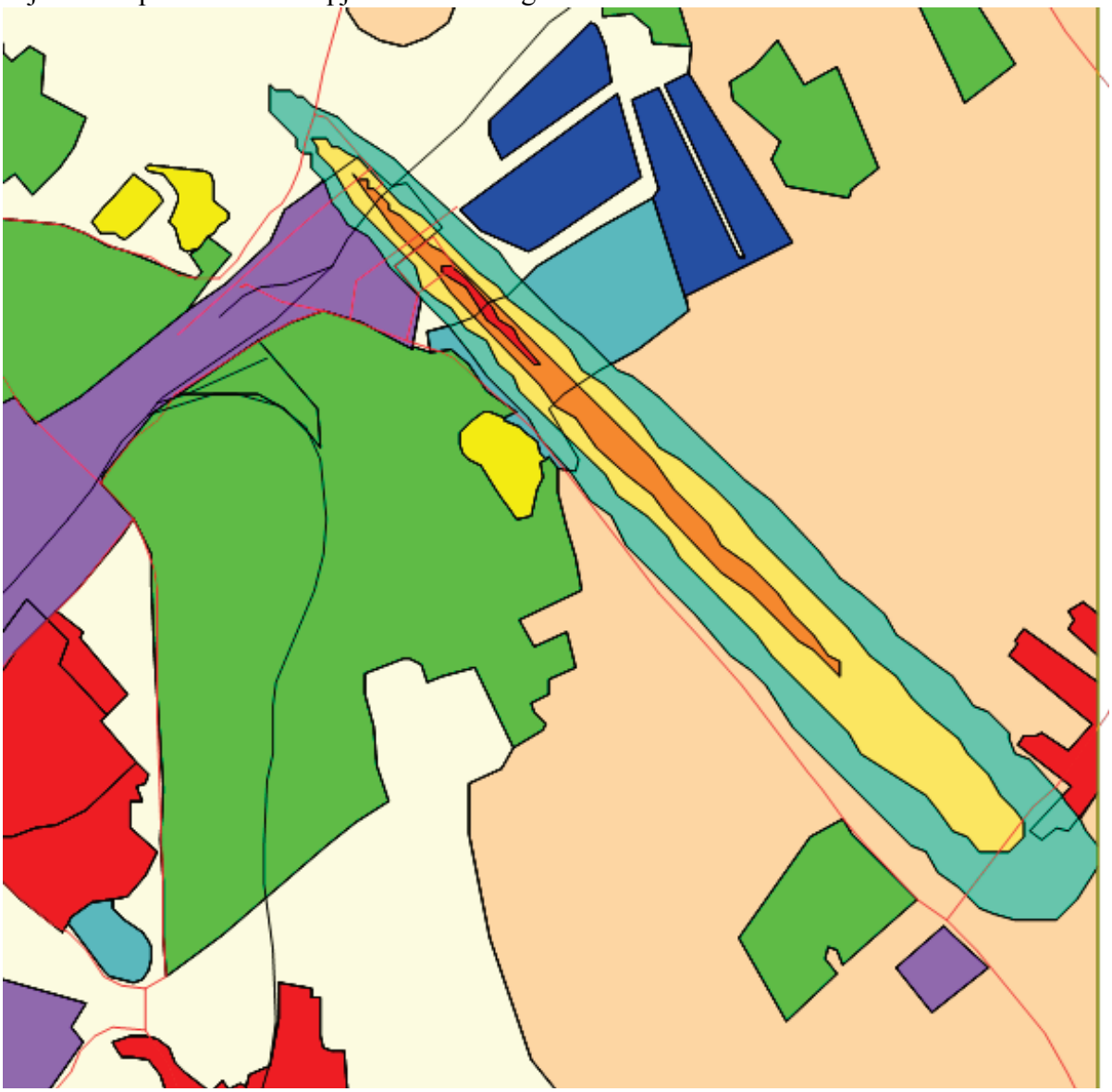


6.2.3 - 1. ábra. Szélirány gyakorisági diagramm

A modellszámítások eredményei tehát átkerültek a térinformatikai rendszerbe. Ettől kezdve a legkülönbözőbb elemzési funkciókat végezhetjük el. Összevethetjük a területre érvényes háttérkoncentráció értékeket és az ehhez hozzáadódó az új forrásból adódó immissziós koncentrációkat. Hatásterületeket határozhatunk meg, esetleg megjeleníthetjük a veszélyeztetett területeket vagy a meghatározott meteorológiai feltételekhez tartozó izokoncentrációs térképeket (6.2.3-2. ábra). Levegőkörnyezeti hatásvizsgálat során sok esetben nem ismerjük részletesen a meteorológiai viszonyok változását, például nem ismerjük azok óránkénti változását.

A helyes becslés érdekében két szélsőséges időjárási feltételezést szokás tenni, amikor a legmagasabb immissziós koncentrációk fordulhatnak elő. Talajközeli források maximális koncentrációja stabilis légrétegződés esetén fordulhat elő. Magas forrásból kibocsátott szennyezőanyag okozhat magas immissziós koncentrációt labilis feltételek között különböző esetekben is. Ilyen eset lehet a füstfáklya áthelyeződése, vagy a gyors szétkeveredés miatti koncentráció növekedés. Ezek azonban általában rövid ideig tartanak. Stabil feltételek esetén magas forrásból kibocsátott szennyeződés talajközeli koncentrációja kisebb, mint labilis feltételek esetén. A magasabb koncentrációk nagyobb távolságoknál és nagyobb területen fordulnak elő, így ez különösen jelentőssé válhat, ha az emissziók egynél több forrásból származnak.

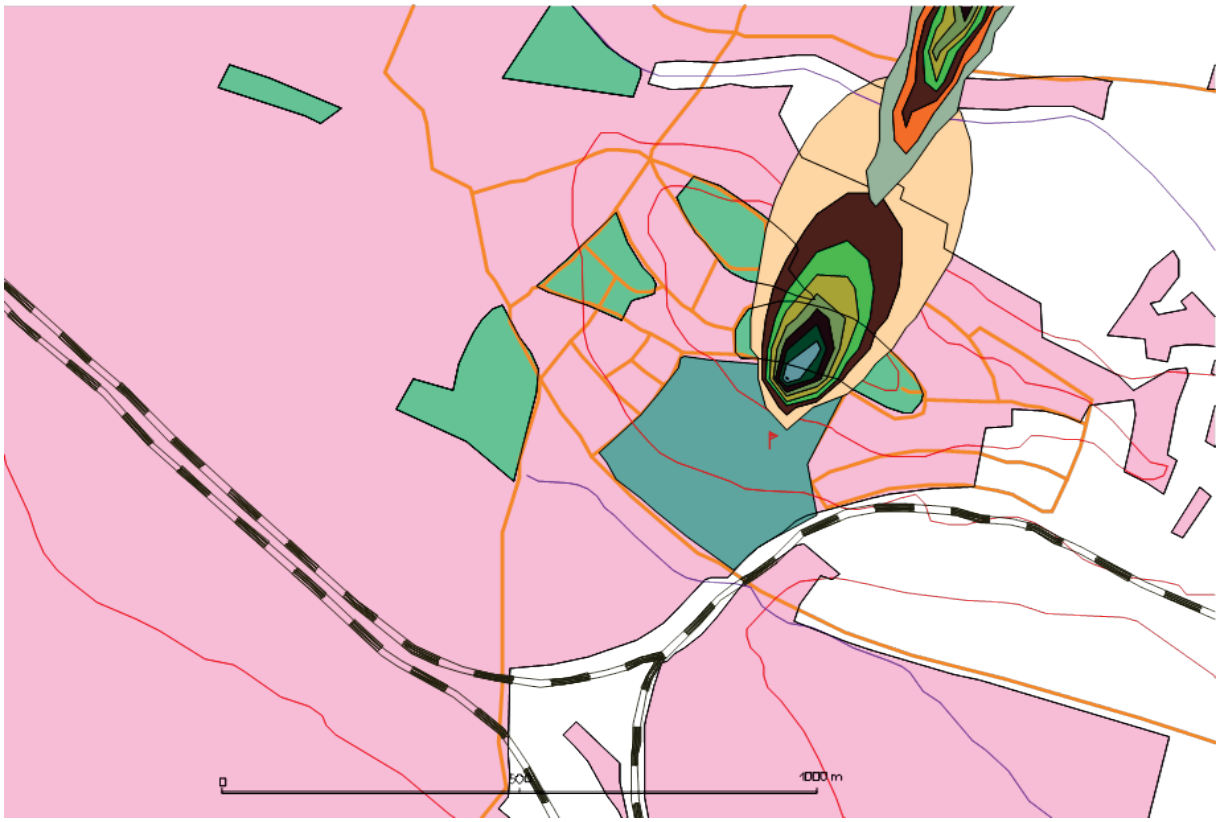
Mindezek figyelembevételével a modellszámításokat a két szélsőséges meteorológiai állapotra és a rájuk jellemző paraméterek alapján szokás elvégezni.



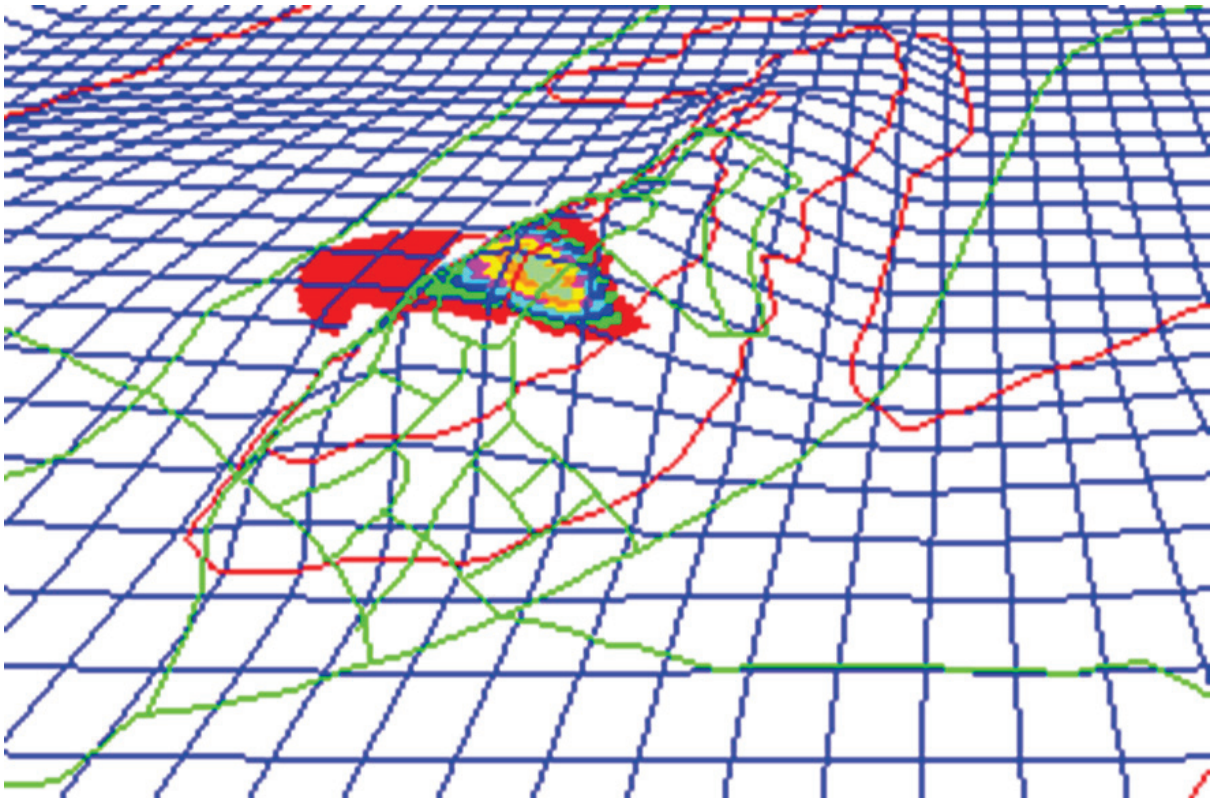
6.2.3 - 2. ábra. A terjedési felhő ábrázolása meghatározott meteorológiai viszonyoknál

A 6.2.3 - 3. ábrán két stabilitási kategória esetén, stabilis és labilis esetben, viszonylag kis szélsebesség eltérés esetén látható a terjedési felhő képe. Az ábra jól szemlélteti az előzőekben elmondottakat.

Ebben az esetben a számítások során a terület domborzati viszonyai is figyelembe lettek véve. Az ábrán a szintvonalak szerepelnek.



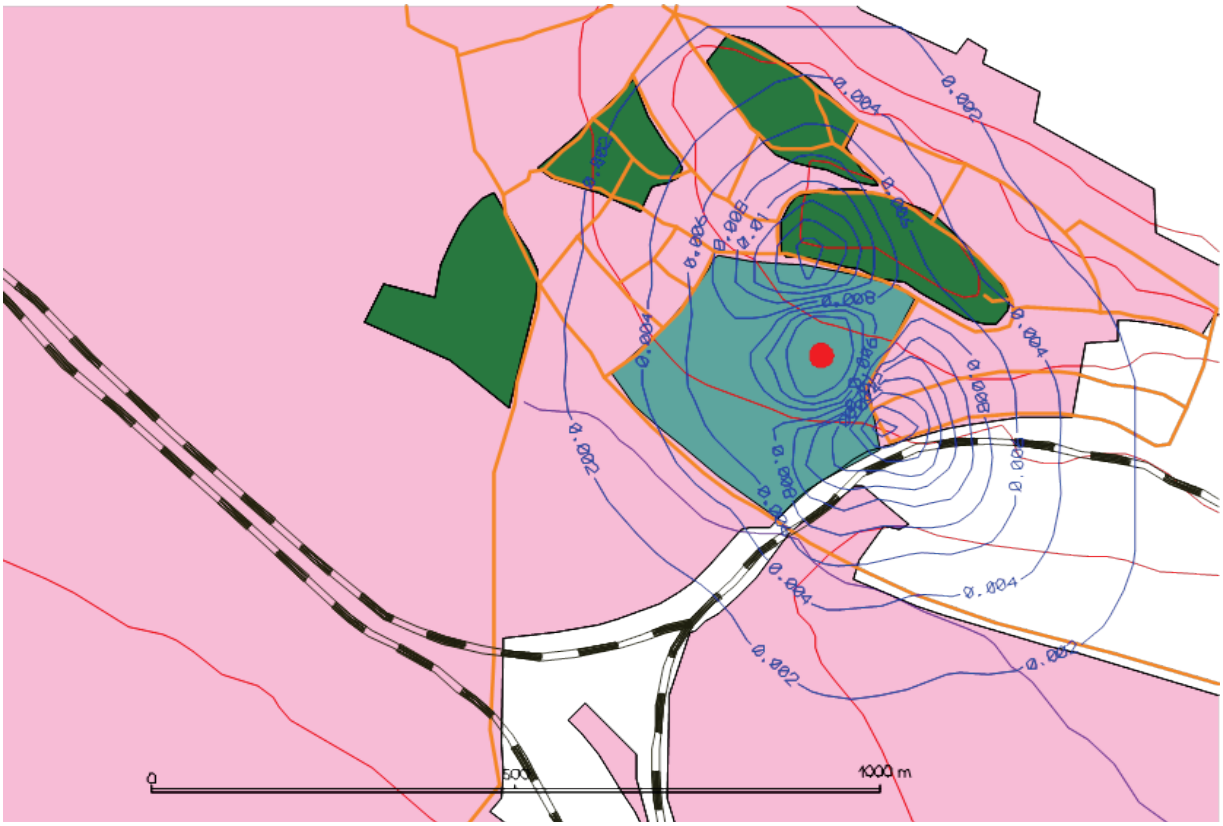
6.2.3 - 3. ábra. A terjedési felhő két különböző meteorológiai viszony között



6.2.3 - 4. ábra. A domborzati modellen a terjedési felhő ábrázolása látható

Az előzőekben a rövid idejű terjedési modellre láttunk példákat. A 6.2 - 4. ábrán látható volt egy időszak szélgyakorisági görbéje. Ebből és a meteorológiai gyakoriság mátrixból számított izokoncentrációs kontúrok láthatók a 6.2 - 8. ábrán.

A légszennyezés terjedésének modellezésére számos példát láthattunk. Válasszuk is bármelyik modellt, minden esetben részletesen kell ismernünk a meteorológiai feltételeket és a terjedést befolyásoló egyéb paramétereket. Ezek ismeretében a modellező szoftverek nagyon nagy segítséget képesek nyújtani a környezeti hatásvizsgálatok során, a környezeti beavatkozások várható hatásainak becslésénél.



6.2.3 - 5. ábra. Példa az ISCLT alkalmazására

6.3 Szennyeződés-terjedés modellezése

A szennyezőanyagok mozgásának vizsgálatát általános értelemben a szakirodalomban szennyezés-terjedési modellezésnek, idegen kifejezéssel transzportmodellezésnek hívják. A szennyezőanyagok terjedhetnek a levegőben, a talajban és a felszín alatti vizekben egyaránt, melyek vizsgálatára eltérő módszereket fejlesztettek ki. A továbbiakban kizárólag a talajban és a talajvízben történő szennyezőanyag-transzporttal foglalkozunk.

A szennyezőanyagok általában a felszínen vagy a felszín közelében található szennyezőforrásokból jutnak a talajba. A talajba szivárgó szennyeződések előbb egy fizikai értelemben háromfázisú rendszerbe kerülnek, ahol a talaj szilárd kőzetváza, a talajvíz (folyadék) és a talajlevegő (gáz) is jelen van (ezt **telítetlen közeg**nek nevezzük) , majd a gravitáció következtében a szennyezés eljuthat a legfelső vízadó rétegig, ahonnan kétfázisú (szilárd váz és folyadék, **telített közeg**) rendszerben mozog tovább. A szennyező anyagok egy része a felszín alatti vizek mozgását követi,

melyeket **konzervatív szennyezőanyagok**nak nevezünk, és melyeket a hidrodinamika (= a víz mozgásával foglalkozó tudományág) törvényszerűségeinek felhasználásával vizsgálhatunk, más részük az úgy nevezett nem konzervatív szennyezőanyagok más fizikai törvényszerűségeknek engedelmeskednek. A **nem konzervatív szennyezőanyagok**at szokás **nem vízfázisú folyadékok**nak vagy angol rövidítéssel **NAPL** (Non-Aquaeous Phase Liquid) vegyületeknek nevezni. Ilyenek lehetnek pl. egyes magas koncentrációban jelenlévő szénhidrogének a talajban. Az NAPL vegyületek mozgását uralkodóan a sűrűségük határozza meg, ennek megfelelően könnyű és sűrű nehéz nem vízfázisú vegyületekről vagy az angol nevezéktant átvéve **LNAPL** és **DNAPL** vegyületekről (L = light, D = dense) beszélhetünk attól függően, hogy a külön fázis sűrűsége kisebb vagy nagyobb-e a vízénél. A DNAPL vegyületek mozgását uralkodóan a sűrűségkülönbség miatt felhajtóerő (DNAPL esetében „lehajtóerő"),a szivárgó felszín alatti vizek áramlási nyomása, továbbá az áramló közeg (szennyezőanyag) és az áramlási közeg (talaj) tulajdonságai határozzák meg. A gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy a NAPL vegyületek mozgásának számításához az esetek döntő többségében nem áll elegendő információ rendelkezésre, ennek megfelelően a külön fázisban található szennyezőanyagok terjedésével csak igen speciális esetekben foglakozunk (pl. kőolajtároló csapdák viselkedésének vizsgálata: a kőolaj vagy a gázsapka kitermelésének hatása a rendszerre, a kőolaj migrációs útjainak meghatározása a mélységi tárolókban, stb.).

Amennyiben környezetvédelmi szempontú vizsgálatoknál a NAPL vegyületek vizsgálatára szükség van, akkor szinte minden esetben valamilyen egyszerűsítő feltételezéssel élünk. Leggyakrabban azt tételezzük fel, hogy a hidrofób, illetve a víznél viszkózusabb szennyezőanyagok a hidrofil talaj-víz rendszerben lassabban mozognak, mint a víz. Ilyenkor sokszor feltételezzük, hogy a NAPL szennyezés vízben oldható, ezért konzervatív szennyezőanyagként kezelhető része mozog a leggyorsabban, ennek megfelelően általában ez jelenti a legnagyobb veszélyt a környező receptorokra. Sok szénhidrogén szennyezés esetében vagy nincs is különálló fázis a rendszerben vagy a kármentesítés első fázisában megtörténik a szénhidrogén fázis kitermelése, ezekben az esetekben a továbbiakban már csak a konzervatív szennyezőanyagok terjedésével kell számolnunk.

6.3.1. Alapfogalmak

A transzportmodellezés jobb megértéséhez néhány hidrogeológiai (vízföldtani) és a transzporttal kapcsolatos alapfogalmat tisztázni érdemes.

6.3.1.1. Vízföldtani alapfogalmak

A felszín alatti vizeket tároló képződmények egymástól eltérő mértékben vezetik a vizet. Ennek alapján megkülönböztethetünk **vízadó** és **vízrekesztő** képződményeket. Az elnevezés relatív, tekintettel arra, hogy egy iszapos összlet agyagos képződmények mellett a területen vízadónak tekinthető, míg egy homokos vagy kavicsos összletben egy hasonló iszapos szint vízrekesztő hatású lehet. Tekintettel arra, hogy minden képződmény képes valamennyire a víz vezetésére ezért a

gyakorlatban meghonosodott **vízzáró** kifejezést célszerű elkerülni, illetve használata esetén mindig tudni kell, hogy a „vízzáró" képződmények is vezetik kis mértékben a vizet.

A felszín alatti vizeket tároló képződmények szerint megkülönböztetjük a **porózus közeg**ben tárolt vizeket, a **karsztos** (mészkövek és dolomitok) és **hasadozott** vagy repedezett **kőzet**ek (bazalt, andezit, dolomitmurva, stb.) vizeit. Az utóbbiak jellemzője, hogy a felszín felől mind a víz, mind a különböző szennyezőanyagok gyorsan és főképpen jelentős késleltetés nélkül juthatnak le a sokszor 10-150 m mélységben található karszt- vagy hasadékvízszintig. Ennek megfelelően szokás a karsztos és hasadozott kőzetek esetében **nyílt** és **fedett** területeket elkülöníteni annak függvényében, hogy a vízadó, karsztosodott képződményeket borítják-e vízrekesztő képződmények. A nyílt karszt közvetlenül a csapadékból táplálkozik, a fedett karsztos területeken a fedőképződmények vízraktározási jellemzőitől függ a karsztba való beszivárgás, sokszor a karsztot fedő képződményben önálló felszín alatti vízadó rendszer is kialakul.

A porózus vízadó rendszereket parti szűrésű, talaj és rétegvízadó rendszerekre oszthatjuk.

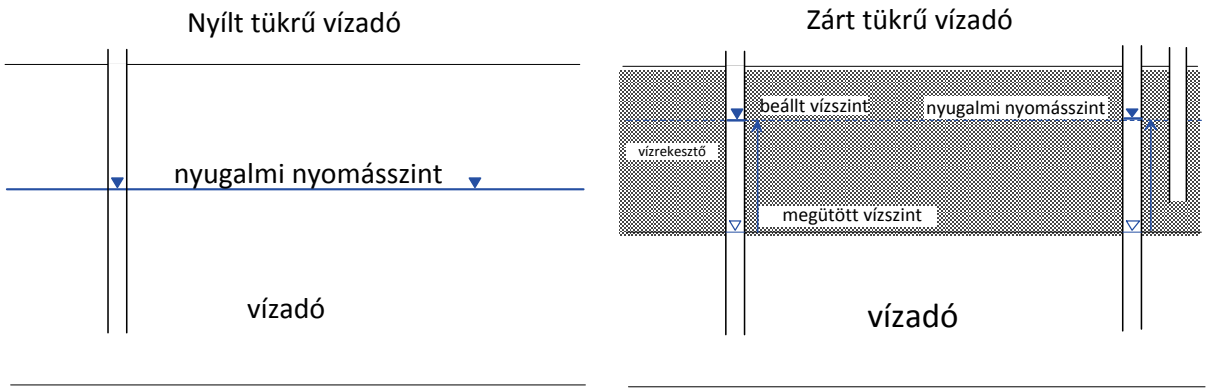
A **parti szűrésű vízadók** egy jelentősebb felszíni vízfolyás közvetlen közelében helyezkednek el. A jó vízvezető képességgel rendelkező, sekély folyómenti rétegek vize közvetlen kapcsolatban áll a folyó felszíni vízkészletével. A parti szűrésű vízadók vize ezért minőségükben és mennyiségükben a kapcsolódó felszíni vízfolyás aktuális vízállásától és vízminőségétől függ. Magyarország jelentős partiszűrésű vízkészletei a Duna mosott partjain, illetve a Felső-Tiszavidéken találhatók.

A porózus képződmények felszín alatti vízkészletének mélység szerinti tagolására a **talajvíz** és **rétegvíz** kifejezéseket használjuk. Az elkülönítés nem egyértelmű, ezért más nyelvek nem is ismerik ezt az elkülönítést (groundwater, Grundwasser, stb.). Általában a kis mélységben (max. 20 m-ig) található első vízadó szintet szokás talajvízadónak tekinteni. Sok területen azonban a felszín közelében homogén nagyobb vastagságú vízadó található, ami nem bontható talaj és rétegvízre. Az Alföld nagyobb területein a földtani rétegsor vízvezető és vízrekesztő szintek sorozatából áll, amit szemléletesen dobostorta-szerkezetnek is szoktak hívni. Ilyen rétegsorban a második vízvezető szinttől rétegvízadókról beszélünk

A földtanban az egyes rétegek vagy képződmények felső határoló-felületét **fedő**nek az alsót **feküne**k (régiesen **fekvő**nek) hívják. Ennek alapján a egy képződmény térbeliségét fedő- és feküszintvonalas térképekkel szokás megadni.

A **vízadó rétegek nyomásállapota** alapján megkülönböztetünk nyílt tükrű, zárt tükrű és vegyes tükrű rétegeket. A **nyílt tükrű** rétegben a víz nyomásszintje (azaz a vízszint) a képződmény fedőszintje alatt van, ennek megfelelően a víz szintje közvetlenül a légnyomással tart egyensúlyt. **Zárt tükrű** vagy szemléletesebben nyomás alatti rendszernek nevezzük, ha a vízadóban a nyugalmi

nyomásszint a fedőszint felett van. (6.3.1 - 1. ábra) A vegyes tükrű rendszerek térben vagy időben változóan részben zárt, részben nyílt tükrű rendszerek.



6.3.1 - 1.ábra: Nyílt és zárt tükrű vízadók nyomásviszonyai

Egyes szerzők a talajvízadót nyílt tükrűnek tekintik, ami azért nem igaz, mert bizonyos magyarországi területeken (pl. Körös-Maros-süllyedék területe) a talajvízadót agyagos fedő borítja, ami alatt nyomás alatti talajvíz található. Az ilyen vízadókra létesített fúrás esetén, amíg el nem érjük a vízadót a fúrólyuk száraz, majd a vízadó fedőszintjénél a vízszint megjelenik és a fúrólyukban fokozatosan addig emelkedik, amíg el nem éri a vízadó nyugalmi nyomásszintjét. Ennek megfelelően szokás **megütött** és **beállt vízszint**ről beszélni zárt tükrű rendszerek esetén. Az előbbi a vízadó fedőszintjét jelzi, az utóbbi pedig a nyugalmi nyomását.
A képződményekben a víz a potenciálkülönbségek hatására mozog. A **potenciál** *„egy olyan fizikai mennyiség, amely egy áramlási közeg bármely pontjában meghatározható és amely nagyságával meghatározza térbeli irányultságtól függetlenül a szivárgás irányát oly módon, hogy a szivárgás mindig a nagyobb potenciálú hely felől a kisebb potenciálú hely felé történik.”* A potenciál abszolút értéke nem mérhető, csak egy viszonyítási ponthoz képesti értéke adható meg. Potenciálkülönbségek ugyanakkor egyszerűen meghatározhatók. A *folyadék szivárgási potenciálját a porózus közegben a folyadék tömegegységre vonatkoztatott mechanikai energiájaként értelmezzük.* A potenciál megváltozása az a munka, amit be kell fektetni vagy nyerünk, miközben a vizsgált folyadék az áramlási térben az egyik pontból egy másik pontba jut. A potenciál-változás a két pont között jelentkezhet a helyzeti energia, a mozgási energia, illetve a nyomás vagy a folyadék-sűrűség megváltozásában. A szivárgás ennek megfelelően történhet a magasabb helyről az alacsonyabb felé, a magasabb nyomású hely felől az alacsonyabb felé, stb. A fizikai definícióból levezethető, hogy a potenciál arányos a hidraulikus emelkedési magassággal, ami nem más, mint a beállt vízszint egy ismert viszonyítási szinthez képest. Viszonyításként általában valamelyik tenger (korábban az Adria, jelenleg a Balti-tenger (mBf.=mAf. - 67 cm)) szintjét szokták használni, azért a szivárgási potenciál a gyakorlatban a beállt (nyugalmi) vízszintek tengerszintfeletti magasságával azonos, jele a hidraulikában *h*., dimenziója [L] (hosszúság).

A szivárgás sebessége a potenciál térbeli változásának „gyorsaságától” függ, azaz, hogy egy ismert *x* távolságon mekkora a potenciálkülönbség. Az i=Δh/dx hányadost **hidraulikus gradiens**nek más

szóval **hidraulikus esés**nek nevezzük. A hidraulikus gradiens dimenziónélküli mennyiség [L/L]. Ez az a mennyiség, ami megmutatja a térbeli potenciálfelület aktuális meredekségét. A hidraulikus gradiens horizontális és vertikális, azaz vízszintes és függőleges irányú komponensét szokás értelmezni. A két komponens mutatja meg a szivárgás irányát. Amennyiben a potenciál a mélységgel csökken, akkor a területen a mélység felé történik a szivárgás, amit **beszivárgási terület**nek nevezünk. Amennyiben a potenciálok a mélység felé nőnek, akkor uralkodó a felszín felé történő szivárgás, amely területeket **megcsapolási** területeknek hívunk.

A képződmények vízvezető képességét a **szivárgási tényező** jellemzi. A szivárgási tényező megadja azt az átlagos lineáris szivárgási sebességet, mely kialakul a képződményben egységnyi hidraulikus gradiens esetén. A szivárgási tényező sebesség dimenziójú [L/T], szokásos mértékegysége a m/s vagy m/d; jele a hazai gyakorlatban a *k* vagy a külföldi szakirodalomban *K*. A szivárgási tényező a kapcsolatot a szivárgás sebessége és a hidraulikus gradiens között tételezi fel, ezért értéke szükségszerűen függ a folyadék viszkozitásától. A víznél kétszer nagyobb dinamikai viszkozitású folyadék fele akkora sebességgel képes ugyanazon képződményen keresztülszivárogni, tehát a szivárgási tényezője is fele akkora, mint a vízé ugyanazon képződmény esetén. A szivárgási tényező ennek megfelelően szűken értelmezve nem talajjellemző. A talajt az **áteresztőképesség**, más néven **permeabilitás** (jele itthon K, külföldön k) jellemzi: $k=K*\mu/\rho g$, ahol k a permeabilitás, K a szivárgási tényező, μ a folyadék dinamikai viszkozitása, ρ a folyadék sűrűsége és g a nehézségi gyorsulás. Az áteresztőképesség felület dimenziójú szám [L^2], használatos nem SI mértékegysége a darcy (1 darcy = 9,87 x 10-9 cm^2). Egy képződmény vízadó-épességét legjobban a szivárgási tényező és a vastagság szorzata jellemzi, melyet **transzmisszivitás**nak neveznek (jele:T, dimenziója: [L^2/T]). Könnyen belátható, hogy ugyanakkora vízhozamot képes szolgáltatni azonos feltételek esetén egy adott vastagságú és szivárgási tényezőjű réteg, illetve kétszer akkora szivárgási tényezővel jellemezhető, fele akkora vastagságú réteg.

A rétegekben mozgó vagy kutakkal kitermelt víz „mennyiségét” az időegység alatt átáramló vagy kitermelt vízmennyiséggel jellemezzük, amit **vízhozam**nak nevezünk (jele: Q, dimenziója [L^3/T]).

A porózus közegben a pórusok térfogatának és a teljes térfogatnak az arányát **hézagtérfogat**nak vagy idegen szóval **porozitás**nak nevezik (jele: n). A teljes pórustérnek azonban csak egy részében történik szivárgás, a szemcsék körül kötött hidrátburok, a szemcsék mellett szegletvíz, zárt pórustérben található vizek, illetve kapilláris erők által kötött vízmolekulák is vannak. A víz mozgásában részt vevő pórustér térfogatának és a teljes térfogatnak az arányát **szabad hézagtérfogat**nak vagy **effektív porozitás**nak nevezik (jele: n_0). A definíció alapján triviális, hogy a szabad hézagtérfogat a hézagtérfogatnál mindig kisebb szám. Szokásos még a **hézagtényező (e)** használata is, mely a pórustérfogatnak a szemcsék térfogatához viszonyított aránya. A definíció alapján a hézagtérfogat 1-nél kisebb, valójában 0,35-nál kisebb érték, míg a hézagtényező értéke speciális esetekben, pl. szerves agyagok vagy tőzeges képződmények 1-nél nagyobb is lehet. A teljes és a szabad hézagtérfogat, valamint a hézagtényező dimenziónélküli szám [L^3/L^3].

A felszín alatti vizekben a szivárgás sebességét a **Darcy-törvény** segítségével lehet meghatározni: $v=K \cdot i=K\ \Delta h/dx$. A Darcy-törvény szerint a szivárgás sebessége arányos a szivárgási tényezővel (K) és a hidraulikus gradienssel (i). Mivel Darcy-féle sebesség a teljes vizsgált térfogatra vonatkozik, ezzel szemben a szivárgás csak a teljes térfogatnak a szabad hézagtérfogattal arányos kisebb részében következik be, ezért a pórusbeli átlagos v_p szivárgási sebességet a Darcy-sebesség és a szabad hézagtérfogat hányadosaként kapjuk: $v_p= K \cdot i/n_0=K/n_0 \cdot \Delta h/dx$.

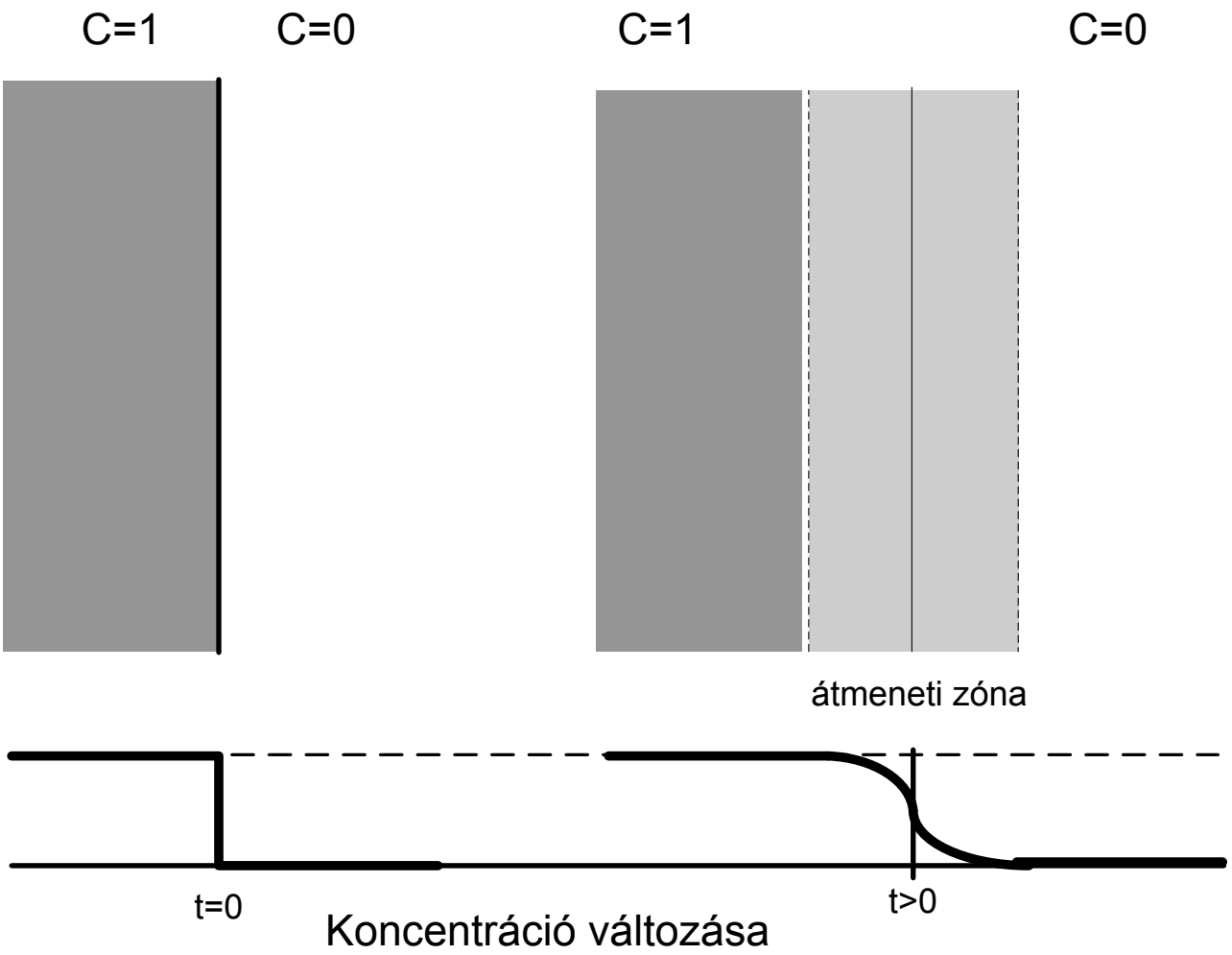
6.3.1.2. A szennyeződés-terjedéssel kapcsolatos alapfogalmak

A vízben oldható szennyezőanyagok terjedését két alapvető folyamat határozza az advekció (konvekció) és a diszperzió.

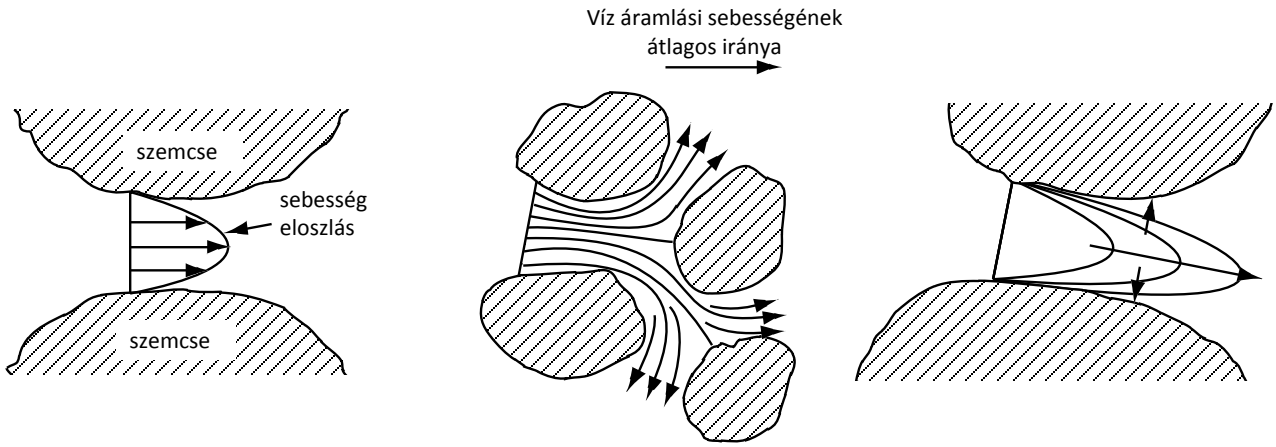
Az oldott anyagok vízzel való együttes tömeges áramlását **advekció**nak, illetve a hőtanból kissé helytelenül átvéve konvekciónak nevezzük. (konvekció: hőmérsékleti különbségek hatására létrejövő mozgási folyamat; advekció: a potenciálos - és a hőt kizáró - erőtér által létrejött mozgási folyamat) (Márkos, 1987).
A szennyezőanyagok térbeli szóródását **diszperzió**nak nevezzük. A szóródást kémiai (diffúzió) illetve fizikai folyamatok (hidrodinamikai diszperzió, makrodiszperzió) együttesen okozhatják. A két alapvető folyamaton kívül további fizikai és kémiai folyamatok az oldat áramlásának késleltetéséhez, valamint a szennyezőanyag lebomlásához, degradációjához vezethetnek.

A térbeli kémiai potenciál-különbségek hatására létrejövő tömegáramot **diffúzió**nak nevezzük (6.3.1-2. ábra). A koncentráció-különbségek hatására létrejövő diffúziót közönséges diffúziónak, míg az elektromos potenciál- vagy hőmérséklet-különbségek okozta anyagáramokat kényszerdiffúziónak hívjuk (FILEP, 1988). A diffúzió miatt kialakuló szennyezőanyagáram arányos a koncentráció-gradienssel ($\Delta c/dx$), a D_{eff} effektív diffúzióállandóval és független a szivárgás sebességétől. Az effektív diffúzió-állandó egyenesen arányos a vizes oldatban mért diffúzió-álladóval és fordítottan a közeg tortuozitásával és adszorpciós tényezőjével. Meghatározása laboratóriumi kísérlettel lehetséges. A diffúzió-állandó szigorú értelemben véve nem tekinthető állandónak, mivel értéke kis mértékben függ a koncentrációtól (SHAW, 1986) és erősen függ a hőmérséklettől is (ISTOK, 1989).

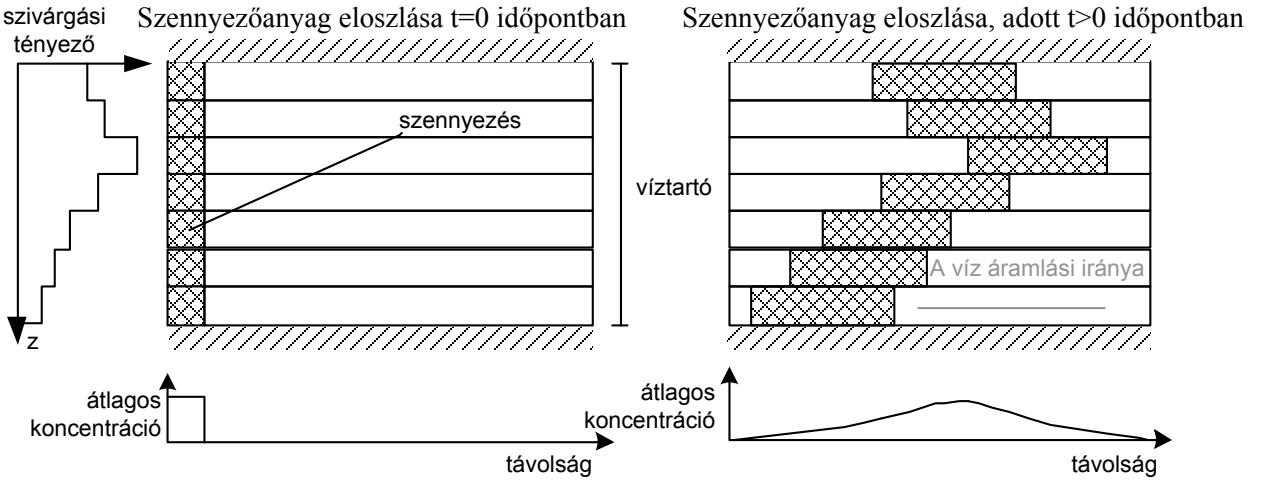
A **hidrodinamikai diszperzió** jelenségét az áramlási sebesség nagyságának és irányának lokális mikro-változásai okozzák a porózus közegen belül, mely a szennyezőanyag szóródásához vezet. A hidrodinamikai diszperziót okozó legfontosabb hatások a szivárgási sebesség nagyságának változása a pórusokon belül, a szivárgási sebesség irányainak változása és az eltérő átmérőjű pórusokban kialakuló eltérő szivárgási sebességek kialakulása (6.3.1 - 3. ábra).



6.3.1 - 2. ábra: A közönséges diffúzió folyamata (BEAR-VERRUIJT, 1987)



6.3.1 - 3. ábra: A hidrodinamikai (mechanikai) diszperziót előidéző jelenségek (BEAR-VERRUIJT, 1987)



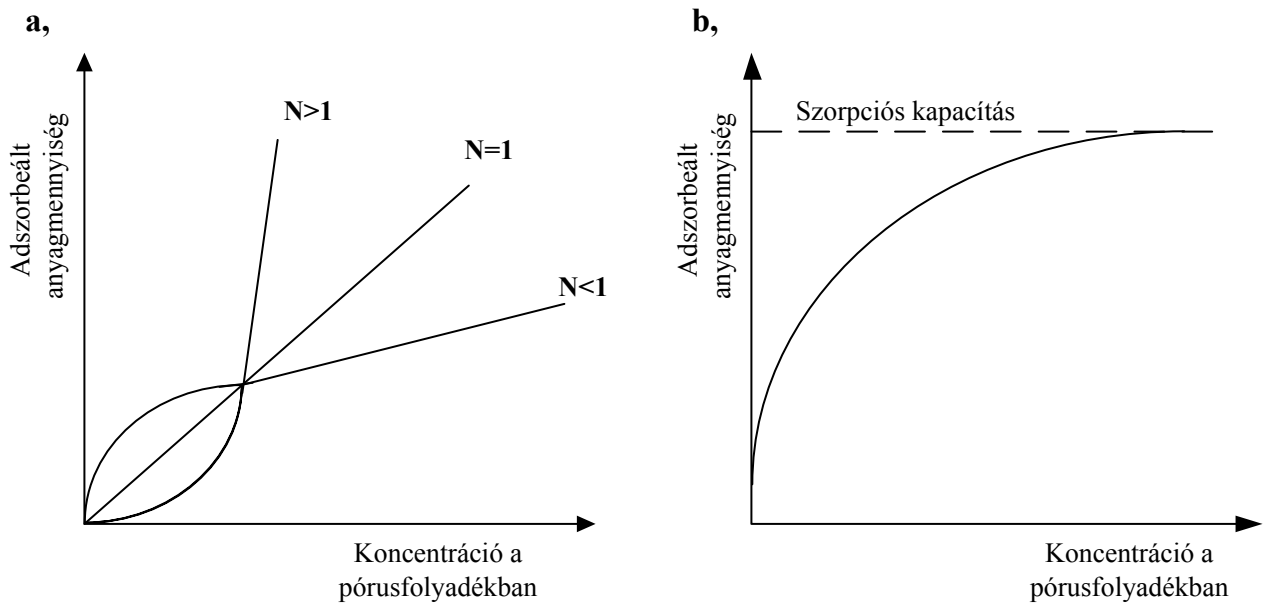
6.3.1 - 4. ábra: Szennyezőanyag makrodiszperziójának kialakulása (KINZELBACH, 1986)

A hidrodinamikai diszperzió egy speciális esete a **makrodiszperzió** (6.3.1 - 4. ábra), ami az egymástól különböző vízföldtani tulajdonságokkal (szivárgási tényező, transzmisszivitás, szabad hézagtérfogat stb.) jellemezhető földtani képződményekben kialakuló egymástól eltérő áramlási sebesség okozta szennyezőanyag szóródás, diszperzió.

Mind a hidrodinamikai, mind a makrodiszperzió következtében kialakuló szennyezőanyag-hozam arányos a pórusokban kialakuló átlagos szivárgási sebességgel, továbbá a szennyezőanyag talajbeli szóródásának mértékét leíró paraméterrel, amit **diszperzivitás**nak nevezünk. A szennyezőanyag szóródása eltérő mértékű a szivárgás irányába, illetve arra merőleges irányban vízszintesen és függőlegesen, ezért a hullámtanból átvett analógiával beszélünk **longitudinális, horizontális transzverzális és vertikális transzverzális diszperzivitás**ról. A diszperzivitás komponenseinek jelei: α_L, α_{TH}, α_{TV}, dimenziója hosszúság [L].

Az **adszorpció** a szennyezőanyag porózus közeg felületén történő reverzibilis megkötődését jelenti. Ez a folyamat a modellezett tér anyagmérlegében hasonlóan viselkedik, mint egy időben állandóan változó forrás vagy nyelő, függően attól, hogy az adott koncentrációviszonyok között a megkötődés (**adszorpció**), vagy a szennyező anyag oldatba jutása (**deszorpció**) az uralkodó felületi kémiai folyamat. A szorpciós folyamatok hőmérséklet függőek, ezért a talajok szorpciós jellemzőit állandó hőmérsékleten (izoterm körülmények között) szokás meghatározni. A talajtanban a szorpciós folyamatokat **szorpciós izotermák**kal írják le (6.3.1-5. ábra), mely görbék megmutatják, hogy állandó hőmérsékleten adott póruskoncentráció esetén mekkora a megkötött anyagmennyiség a kémiai egyensúly beállta esetén. A számítások megkönnyítése érdekében a mérési pontokra lineáris vagy nem-lineáris, esetleg összetett függvényeket illesztenek, melyek zárt matematikai alakban leírhatók. A legismertebb szorpciós izotermák a lineáris **Henry-izoterma**, az exponenciális **Freundlich-izoterma**, illetve a logaritmikus **Langmuir-izoterma**. A Henry- és Freundlich izotermákkal elsősorban a híg oldatok megkötődése írható le, a Langmuir izotermával, amely egy telítődési görbe, a tömény oldatok jellemezhetők. Az izoterma meredeksége mutatja meg a

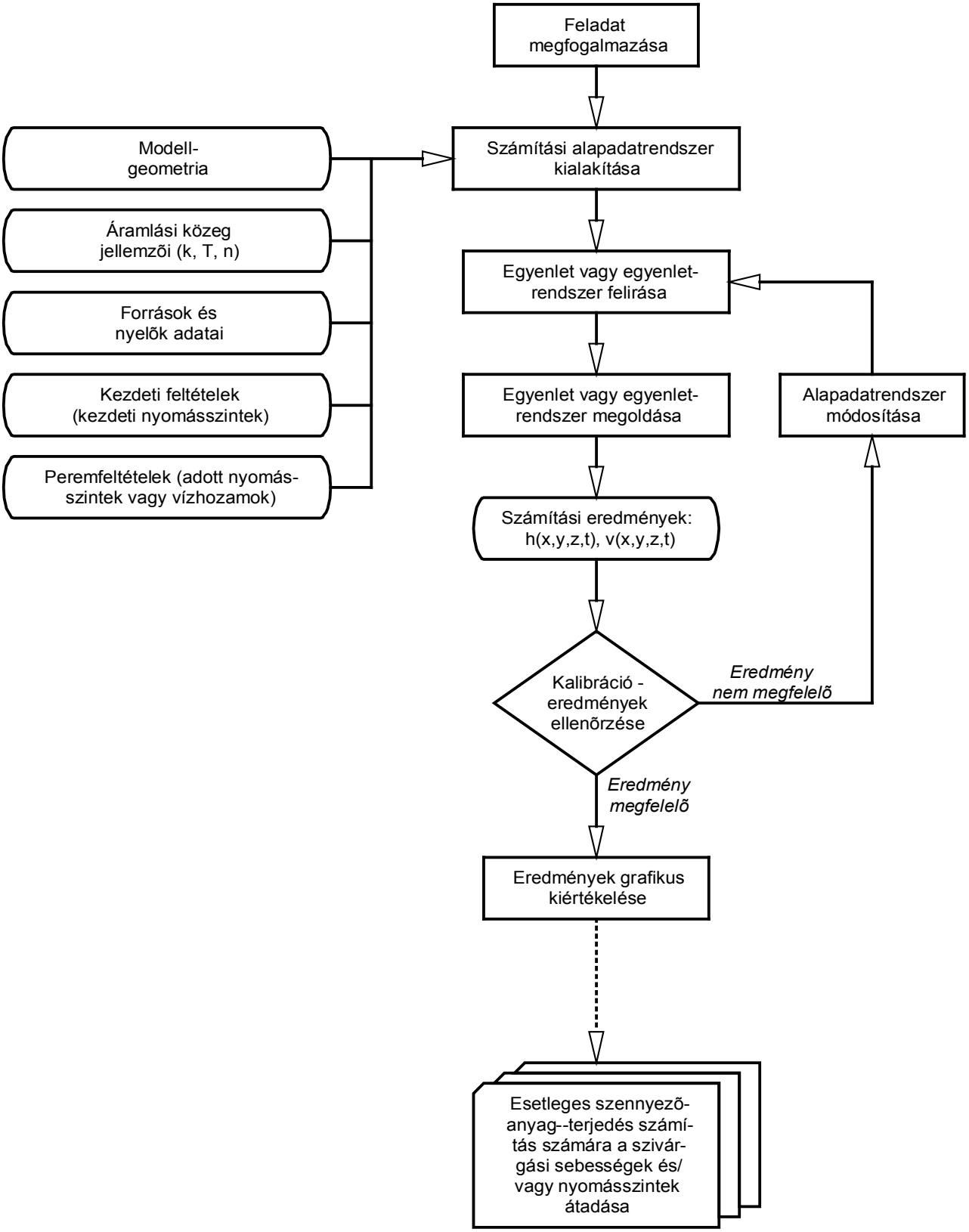
szennyezőanyag pórusvíz és felület közötti megoszlását, ezért ezt a tényezőt **megoszlási együttható**nak (K_d, [L^3/M]) nevezzük. A lineáris Henry-izotermát a meredeksége meghatározza, ezért ezt egy paraméterrel, a megoszlási együtthatóval jellemezzük. A Freundlich- és Langmuir-izotermák meredeksége pontról pontra változik, ezen függvényeket két-két ú.n. izotermaparaméterekkel lehet leírni. A **bomlási folyamatok** a szennyezőanyag mennyiségének időbeli csökkenéséhez, degradációjához vezetnek. Bár a bomlás két alapvető típusa a kémiai bomlás és a radioaktív bomlás jellegében alapvetően különbözik egymástól, a szennyezőanyagok terjedésének modellezésekor mégis azonos matematikai formában vehetők figyelembe. A bomlás gyorsaságát a **bomlási együttható** (λ, [T^{-1}]) határozza meg, ami a **felezési idő**vel (T, [T]) fordítottan arányos mennyiség: $\lambda=\ln 2/T$.



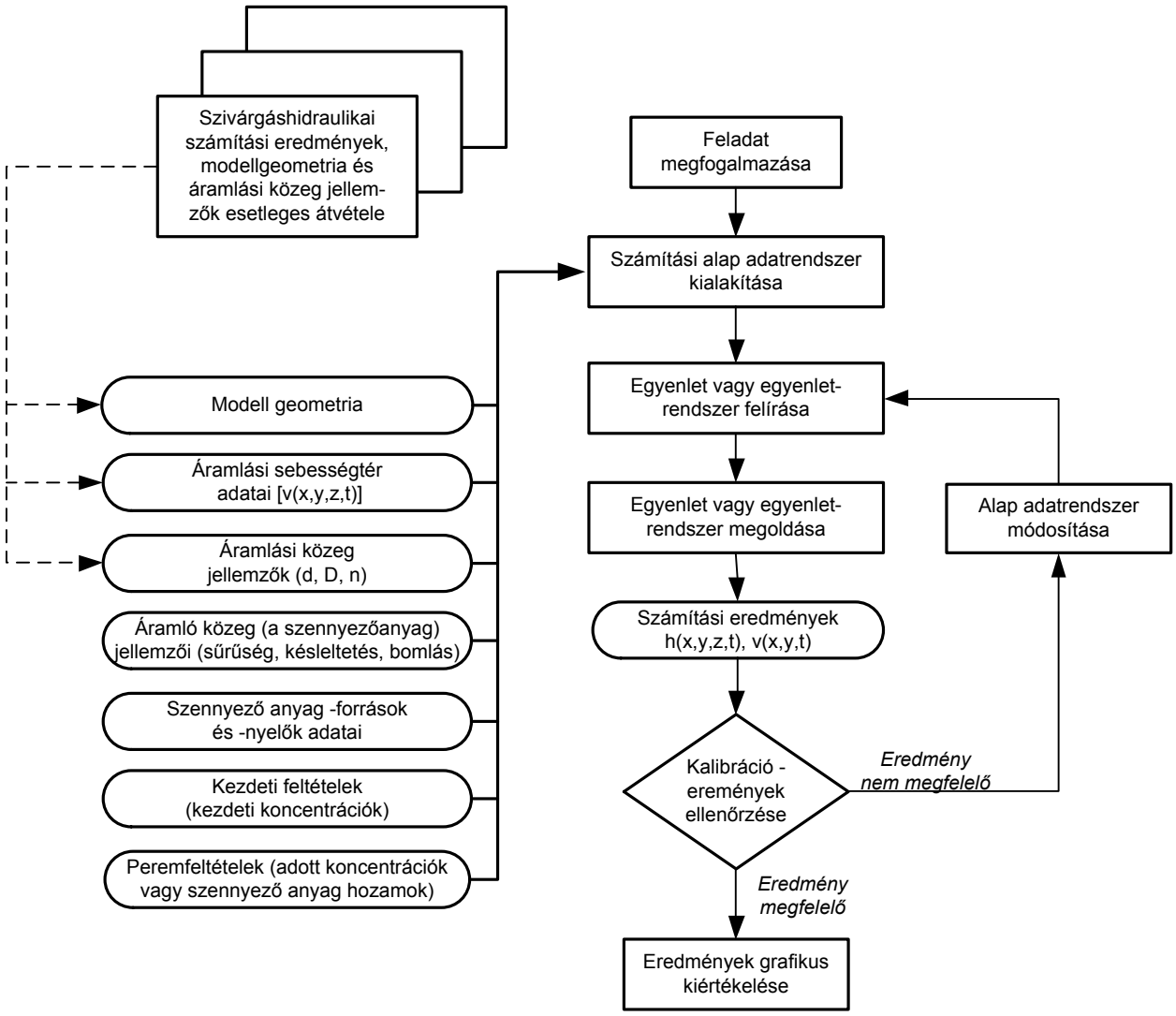
6.3.1 - 5. ábra: A Langmuir és a Henry (a), továbbá a Freundlich (b) izoterma alakja

6.3.2 A modellezés szakaszai és lépései

A modellezés teljes folyamata általában két szakaszra bontható. Az első szakaszban, amit hidrodinamikai modellezésnek hívunk, a cél az áramló közeg (felszín alatti vizek) sebességének és áramlási irányának meghatározása a modellezett térrészben. A számítási eredmények alapján lehetőség nyílik a rendszerek vízháztartásának, vízmérlegének meghatározására is. Ezt követi a modellezés második szakasza: a számított szivárgási sebességeknek és a transzportegyenletnek felhasználásával - a meghatározott terjedési és anyagi tulajdonságokkal rendelkező - szennyezőanyag mozgásnak számítása, amit transzportmodellezésnek nevezünk (6.3.2 – 1a. ábra).



6.3.2 – 1a. ábra: A hidrodinamikai számítás folyamata



6.3.2 - 1.b ábra: A transzport-számítás folyamata

Az áramlási sebességek irányának és nagyságának, valamint annak időbeli változásának ismeretében az első szivárgáshidraulikai számítási lépcső elhagyható, és a transzportfolyamat szimulációja közvetlenül megkezdhető, illetve amennyiben a probléma megoldása a szennyezőanyagok terjedésének számítását nem igényli, akkor a második szakasz hagyható el.

Mind a hidrodinamikai, mind a transzportmodellezési szakasz több lépésből áll:
Az 1. lépés, az előkészítés. Az **előkészítő munkafázis** célja a teljes elvégzendő számítási folyamat körvonalazása a feladat konkretizálása. A feladat meghatározásával egyidejűleg célszerű a modell-számítástól elvárható eredményeket számba venni, és azokat összevetni a megrendelő által megfogalmazott elvárásokkal. Már az előkészítés fázisában fontos kigondolni, hogy az adott feladat szempontjából milyen egyszerűsítések engedhetők meg. Az előkészítés egy kritikus pontja a modellezendő tér lehatárolása. Már az előkészítés során megfontolandó a célszerű matematikai számítási eljárás kiválasztása, amelynek segítségével az előzetesen felmért mennyiségű és minőségű adatállományból a körvonalazott feladat a megkívánt szinten megoldható, de amennyiben

ez nem lehetséges, akkor a probléma megoldására biztosan nem alkalmazható módszereket ki kell zárni.

2. lépés, a **földtani és vízföldtani adatgyűjtés és kutatás**. A munkafázis célja egy a feladat megoldásához megfelelő szintű, ellentmondásmentes földtani és vízföldtani kép kialakítása. A munkába célszerű a térséget ismerő, tapasztalt geológus és hidrogeológus szakemberek bevonása. A munkafázis során meg kell ismerni a modellezett tér és tágabb környezetének geológiáját és víz-földtanát és ennek alapján a megoldáshoz szükséges adatrendszert össze kell állítani (a helyszíni és laboratóriumi mérések eredményei, földtani és vízföldtani térképek, hidrológiai, hidrometeorológiai adatok, stb.). Ha ez lehetséges, akkor a régebbi adatokat újabbakkal kell kiegészíteni és ellenőrizni. Különösen fontos a felszín alatti vizek áramlási és nyomásviszonyaira vonatkozó ismeretek frissítése és kiegészítése, mert pl. a rétegvízadók nyomásviszonyai akár 10-15 éves viszonylatban is számottevően megváltozhatnak. A nyomásviszonyok pontosítása mind a hidrodinamikai, mind a transzportmodellezés szempontjából nagyon fontos. Ugyancsak figyelmet kell fordítani a terület környezetében található víztermelési helyek megismerésére, valamint a szennyező-források feltárására. Mind a vízigények, mind a szennyező-források intenzitása időben jelentősen változhat, új potenciális vagy valós szennyező-források jelenhetnek meg, melyeknek a figyelembe vétele alapvető fontosságú. A szennyező-forrásokkal kapcsolatosan szükséges a szennyezett talajokat és talajvizet térben lehatárolni víz és talajkémiai mérések alapján. Bár van lehetőség az adathiányos területeken a meglévő ismeretek alapján geostatisztikai módszerekkel sűríteni az adatokat, azonban az így származtatott adatok szükségképpen magukban hordozzák a kiindulási adatmező hibáit. Az adatgyűjtés és kutatás tekintetében általános irányelv, hogy a modellezés eredményeinek pontosságát a kiindulási adatrendszer pontossága határozza meg, amit az angolszász irodalom a „Rubish in, rubish out” mondattal fogalmaz meg tömören.

3. lépés, első (próba-) számítási lépcső: A **próbaszámítások** során feltárjuk az adathiányokat, pótoljuk azokat és felderítjük az adatrendszer belső ellentmondásait. Bármennyire is alapos a kutatás és adatgyűjtés mégis előfordul, hogy a vízföldtani vagy földtani szakemberek által felállított koncepció csak részben igazolódik, ilyenkor az első számítási eredmények alapján további adatgyűjtést irányozhatjuk elő.

A leggyakoribb hibák:

- A vízföldtani kutatás alapján a modellezett térrész határain felvett peremfeltételeket a számítások nem igazolják.
- A földtani, vízföldtani kutatás kapcsolatot állapított meg szomszédos hidrogeológiai egységekkel, mélyebben vagy magasabban települő rétegekkel, melyekre vonatkozóan a számításokat ki kell terjeszteni, ugyanakkor az újonnan a modellbe integrált térrészekre információhiány jellemző.
- A földtani, vízföldtani szakemberek által megadott, becsült vagy szakirodalmi adatok a valóságostól annyira eltérőek, hogy a modell egészében vagy csak egy kis területén irreális eredményekhez vezetnek. Leginkább a maradó beszivárgás, szomszédos vízadókból és hidrogeológiai egységekből átadott vízmennyiségek, járulékos vízkészletek téves meghatározása okozza a hibát.

Az első számítási lépcső során lépésről lépésre megoldjuk a számítások során felvetődő problémákat, korrigálva az adatrendszert.

4. lépés, a modell kalibrálása és paraméterérzékenységi vizsgálat: A **kalibráció** során a ismert valós folyamatokat szimulálunk a koncepcionálisan helyesnek tartott számítási modellel, miközben a számítási eredményeket a valós eredményekhez közelítjük az alapadat-rendszer szisztematikus változtatásával. A kalibrációt egyes szerzők validálásként is említik.

A kalibrációt megkönnyíti az ún. **paraméter-érzékenységi vizsgálat**, melynek során a már jól működő modellben az egyes felvett paraméterek racionális szélsőértékei mellett vizsgáljuk a modell válaszait, ezen keresztül az egész szimulált rendszer viselkedését ismerjük meg. A paraméter-érzékenységi vizsgálattal arra is választ kapunk, hogy egy paraméter bizonytalansága veszélyezteti-e a vizsgált kérdés megválaszolását.

A kalibrációt követően egy olyan számítási rendszer alakul ki, amely az ismert folyamatokra a valóságos, vagy azt legjobban megközelítő választ szolgáltatja. Ezután feltételezzük, hogy a kalibrált modell várhatóan ismeretlen új hatásokra (új víztermelő létesítmények, új vagy megszüntetett szennyezőanyag források) a modell valósághű válaszokat fog produkálni, ami természetesen csak bizonyos határok között lehet igaz.

5. lépés, második számítási lépcső: A második számítási lépcsőben elvégezzük azokat a szimulációkat, amiért a rendszert felépítettük. Gyakran előrejelzéseket adunk, a várható legkedvezőbb és a legkedvezőtlenebb eseteket szimulálva.

6. lépés, az eredmények kiértékelése: A **kiértékelés** folyamán összegezzük és ábrázoljuk az eredményeket, ezeknek alapján megadjuk feltett kérdésekre a szabatos választ. A kiértékelési fázis feladata megfogalmazni a számítások korlátjait, összegezni az elkerülhetetlenül elkövetett hibákat, egyszerűsítéseket, megadni a felsorolt tényezők eredményre gyakorolt hatásait. A kiértékelés során további, mások által végzett munkafázisok részére megfelelő adaptációkat is készítünk (pl. környezeti hatástanulmányhoz, létesítési vagy megvalósítási tervhez stb.).

A munka lezárásaképpen elkészítjük a modell teljes és részletes dokumentációját. A dokumentációnak minden lényeges kérdésre kiterjedőnek kell lennie. Ismertetnie kell a kialakított modellkoncepciót, indokolnia kell a mások által korábban felvett koncepcióktól való lényegesebb eltéréseket. A dokumentációnak olyan mértékig részletesnek kell lennie, hogy a modell felépítése teljesen rekonstruálható legyen, annak minden előnyével és hibájával együtt. Korrekt megoldás a modell adatrendszerének átadása a megbízónak, ezzel is segítve további munkáját.

6.3.3 A hidrodinamikai és transzportmodellezés feladatai, alkalmazási lehetőségei és sajátosságai

A modellezés három legfontosabb feladata

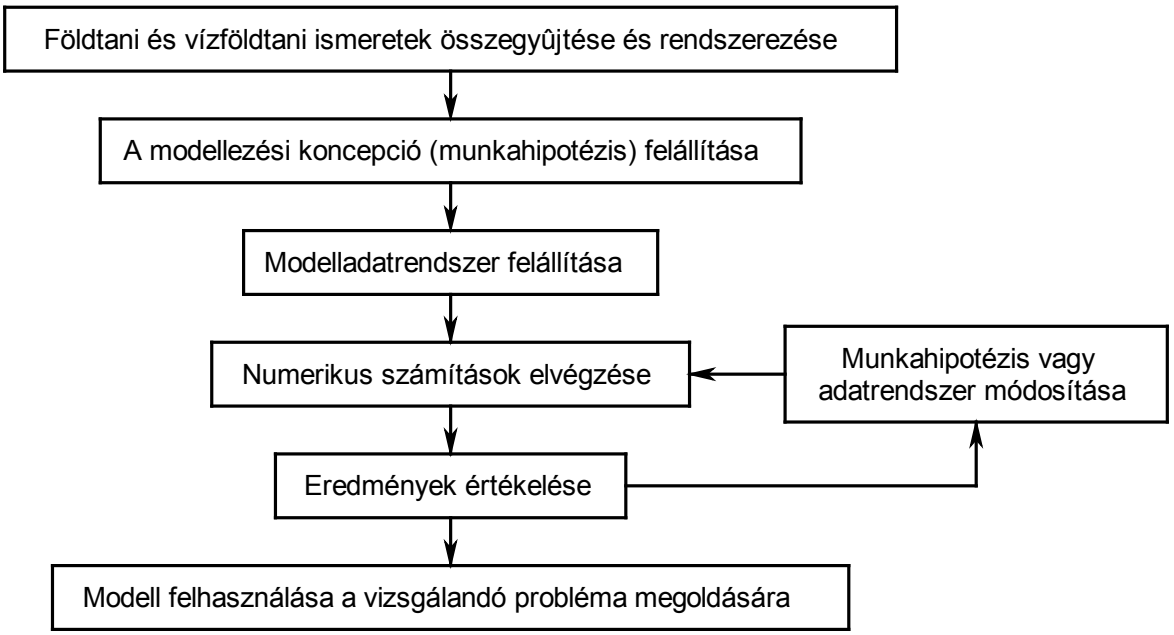
- a valóságot jól követő modellek felállítása, és ezáltal a valóságos környezet- és vízföldtani rendszerek működésének megismerése, vízföldtani jellemzőinek és a szennyezőanyagok adott környezetben érvényes terjedési tulajdonságainak meghatározása,

- feltételezett helyzetekben (pl. havária-esetek) bekövetkező események szimulációja, a hatások által érintett térségek meghatározása,
- valós helyzetekben lezajló tér- és időbeli változások előrejelzése (pl. szennyezett terület kármentesítésének előrehaladásának szimulációja, vagy éppen egy magára-hagyott szennyeződés hígulásának maghatározása).
- A hidrodinamikai és transzportmodellek számos probléma vizsgálatára alkalmasak, melyek a teljesség igénye nélkül a következők:
- a felszín alatti vizek áramlási viszonyainak meghatározása vízföldtani egység, vízbázis, tényleges vagy potenciális szennyezőforrás környezetében,
- termelő-, mentesítőkutak és szennyezőforrások hatóterületének meghatározása,
- a vízkivételi pontokig vagy a szennyezőforrásoktól kiindulva elérési idők meghatározása, a szennyezőanyag mozgási sebességének számítása,
- a vízháztartás vizsgálata,
- a hulladéklerakók aljzatszigetelésének, illetve szennyezőforrások körülzárásának vizsgálata,
- a szigetelő- vagy határolórendszerek hatékonysági vizsgálata, adott szennyezőforrás által okozott vagy okozható környezeti hatások megismerése,
- szennyezett területek hatásvizsgálata,
- koncentrációk tér- és időbeli változásának számítása,
- magára hagyott szennyeződések szétterjedésének, hígulásának, az érintett vízadó rétegek öntisztulásának számítása,
- kármentesítési variánsok vizsgálata, a kármentesítés hatékonyságának ellenőrzése, optimális mentesítő létesítmény elhelyezés tervezése, a kármentesítés várható időtartamának maghatározása.

A hidrodinamikai és transzportmodellezés fontos sajátossága, hogy előzetes munkahipotézisen, azaz egy prekoncepción alapul. A számítások során a munkahipotézisnek megfelelő modellt építjük fel, és amennyiben azzal a valós folyamatok követése megvalósítható, akkor a prekoncepciót az adott feladat megoldása szempontjából elfogadhatjuk. Amennyiben a valóságos folyamatok szimulációja nem vagy nem megfelelő szinten végezhető el, úgy az egyébként a terület korábbi vizsgálatain alapuló munkahipotézist módosítani kell, illetve a megváltoztatott munkahipotézisre vonatkozó (azt megerősítő vagy cáfoló) szakmai ismereteket összegyűjteni szükséges (6.3.3.-1. ábra). A munkahipotézis fejlesztését mindaddig szükséges folytatni, amíg az egyfelől a szimulációs feladat megoldásához megfelelővé nem válik, másfelől összhangba nem kerül valamennyi korábbi földtani és vízföldtani ismerettel (ez a kalibráció egyik célja).

Másképpen fogalmazva a hidrodinamikai és transzportmodellezés során önmagukban az alapadatok mennyisége és minősége sem teszi lehetővé a feladat matematikailag korrekt megoldását, ezért olyan munkahipotézisre vagy modellezési koncepcióra van szükség, amellyel a hiányzó adatokat, ismereteket pótolni lehet. Tekintettel mind az adatokban, mind a hipotézisben rejlő bizonytalanságokra, a számítás eredményeinek is lesz egy bizonytalansága. Az hogy az eredmények

mennyire jól hasonlítanak a valóságra, azt meghatározza a földtani és vízföldtani ismereteken alapuló modellkoncepció minősége, a felépített modell struktúrája, az elvégzett számítási variánsok, illetve a variánsok tapasztalatai alapján végzett koncepcionális modellfejlesztés mértéke. Mindezen tényezőkből eredő kockázat nagysága a modellező szakmai (földtani, vízföldtani, matematikai és számítástechnikai) felkészültségének függvénye, amiből az következik, hogy egy adott probléma vizsgálatára különböző személyek által felépített modellek természetszerűleg különböznek egymástól. A jó modellek ugyanakkor adott kérdésre egymáshoz és a valósághoz nagyon hasonló eredményeket szolgáltatnak. A modell „jósága" csak a megoldandó feladat ismeretében határozható meg, hiszen nincs olyan modell, amelyik minden kérdésre egyformán jó választ lenne képes adni. Általában azt a modellt tekintjük jobbnak két azonos „tudású" rendszer közül, amelyik egyszerűbb. A modellezés során nem lehet olyan szoftvert kifejleszteni, amit bárki használni tud, mert az eredményeket a modellező szakember felkészültsége alapvetően határozza meg. A hidrodinamikai és transzportmodellezés szépsége éppen a feladat alulhatározottságából eredő problémák kiküszöbölésében, a kreatív megoldások alkalmazásában áll.



6.3.3 - 1. ábra: A modellezési munkafolyamat

6.3.3.1. A számítási módszerek

A víz és a szennyezőanyagok térbeli mozgásának törvényszerűségeit matematikai úton is le lehet írni. A víz mozgását a **szivárgás alapegyenlete**, a szennyezőanyagok terjedését a **transzport-egyenlet** írja le. A célunk a **hidrodinamikai modellezés** során a szivárgás alapegyenletének, a **transzportmodellezés**kor a transzport-egyenletnek a megoldása a potenciálok (nyomásszintek), illetve a koncentrációk meghatározása érdekében.
Az egyenletek megoldása mind analitikus, mind numerikus úton történhet.

6.3.3.2. Számítás analitikus képletekkel

Az **analitikus megoldás** esetén a differenciál-egyenletet integrálással úgy oldjuk meg, hogy az eredmény zárt matematikai alakban (azaz egy képlet segítségével) meghatározható legyen. Az analitikus megoldás során a megoldhatóság érdekében számos egyszerűsítő feltételezéssel élünk, például a közeg homogén és izotróp, a vízadók vastagsága állandó, a szivárgás iránya megegyezik a koordinátarendszer tengelyeinek irányával, stb. Az egyszerűsítő feltételek miatt az analitikus számításokkal kevéssé lehet leírni a vizsgálandó problémákat (pl. nem lehet a paraméterek térbeli változásait követni), de az eredményeket egyszerűen és gyorsan és matematikai szempontból egzakt módon (tökéletes pontossággal) megkapjuk.

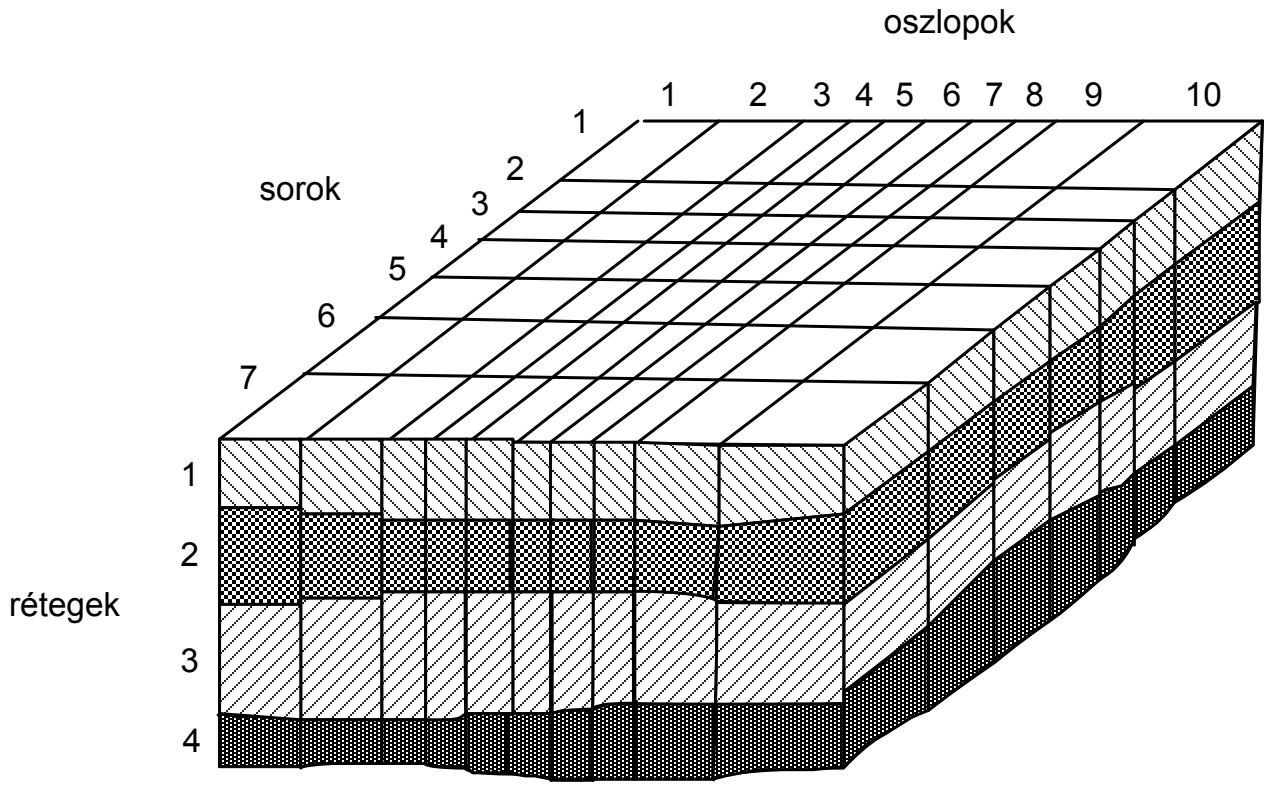
6.3.3.3. Numerikus számítás

A **numerikus megoldások** esetén a vizsgált területet kisebb egységekre, elemekre bontjuk, mely elemeket ugyan önmagukban homogénnek tekintjük, de a szomszédos elemek más és más tulajdonságokkal rendelkeznek, így lehetővé válik a vizsgált területrész jellemzői térbeli változásainak követése. A numerikus megoldások ugyanakkor általában iteratív közelítéssel számítják ki az eredményeket, ezért matematikai szempontból a kapott eredmények nem tekinthetők egzaktnak. A hidrodinamikai és transzportmodellek általában numerikus modellek, melyek általában a véges differencia vagy a végeselem módszer alkalmazásán alapulnak.

A **véges differencia módszer** alapgondolata a szivárgás alapegyenletének vagy a transzportegyenletnek, mely egy parciális differenciál-egyenlet, differencia egyenletté történő alakítása. A számítás során először a modellezett teret tetszőleges számú síkban tetszőleges darabszámú, de azonos eloszlású, egymással hézagmentesen érintkező, téglatest alakú elemekre bontjuk, egyenletes vagy változó osztású rácsháló segítségével (6.3.3-2. ábra).

Ezután minden egyes elemre felírjuk a vízmérleget vagy a szennyezőanyag-mérleget, azaz meghatározzuk, hogy a vizsgált elem és a szomszédos elemek között mekkora anyagforgalom alakul ki. Az anyagforgalom meghatározásánál egy ismert állapotból, egy kezdeti helyzetből indulunk ki, amit a matematikában kezdeti feltételnek neveznek. Az anyagmérlegben figyelembe vesszük a források és nyelők (pl. szennyezőforrások kémiai anyag hozama vagy mentesítő kutak által kitermelt szennyezett vizek mennyisége, stb.) hatását. Mivel a modell peremén egy vagy két szomszédos elem hiányzik, ezért itt a vízmérleg vagy a kémiai anyagmérleg nem írható fel, amit peremfeltételekkel pótlunk. A rendszerben az anyagmegmaradást és a folytonosságot az elemek oldallapjukkal való érintkezése biztosítja. A számítás során a minden elemre felírt anyagmérleg-egyenletekből álló egyenletrendszert oldjuk meg. Az egyenletek és a számítandó ismeretlenek (az átlagos potenciál vagy koncentráció az elemben) száma is azonos, mivel megegyezik az elemek

számával, ezért az egyenletrendszer megoldható. A megoldáshoz általában speciális megoldó-algoritmusokat használnak, melyek iterációval határozzák meg az egyenletrendszer ismeretlenjeit.
A véges differencia módszer legnagyobb hátránya, hogy az elemek kizárólag téglatest alakúak lehetnek, melyekkel a valós tereptárgyak és létesítmények alakjának követése csak kompromisszumokkal lehetséges. Hátrány továbbá, hogy elemenként egy-egy átlagértéket kapunk eredményül. Az elemek sűrítése a rácsháló miatt csak úgy lehetséges, hogy a modell távolabbi területein is kisebb cellákkal dolgozunk. A megoldás előnye a relatív egyszerűség, továbbá az, hogy a számítás valamennyi részeredménye fizikai tartalommal bír, ezért egyszerűbb a modell hibáinak megkeresése.

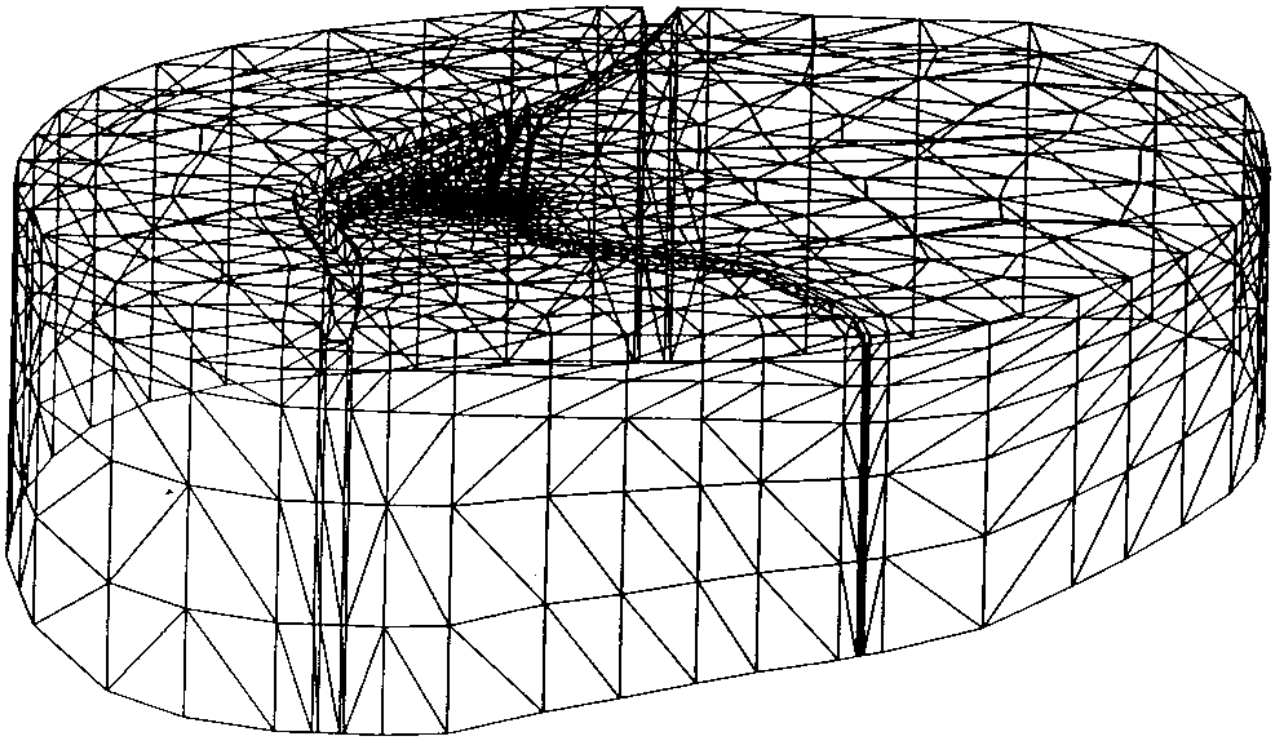


6.3.3 - 2. ábra: Négy rétegből álló rendszer véges differencia elemekre bontása (CHIANG és KINZELBACH, 2001)

A **végeselem módszer** alkalmazása során a vizsgált térrészt elvileg tetszőleges alakú elemekre bontjuk. Az elemek ugyan kitöltik a rendelkezésre álló teret, a számítások során mégis csak csomópontjaikkal érintkeznek egymással (6.3.3 - 3. ábra). A számítás során ugyanis a víz vagy kémiai anyagmérleg teljesülését csak a csomópontokra követeljük meg, így fordulhat elő, hogy két szomszédos elem esetén az egyikből kilépő vízhozam nem teljesen azonos a másikba belépő vízhozammal. A megoldás érdekében a víz és kémiai anyag hozamokat a csomópontokhoz rendeljük, pl. olyan módon, hogy a csapadékból eredő beszivárgás miatt egy háromszög alakú elem területén fellépő hozamokat a három csomópont között egyenletesen osztjuk szét. A végeselem hálót általában úgy készítjük el, hogy a vízbetáplálások és kivételek csomópontokra essenek, így

ezeket nem szükséges más csomópontokhoz hozzárendelni. A csomópontokra felírt víz és anyagmérleg egyenletekből egyenletrendszert készítünk, majd a véges differencia módszernél bemutatottakhoz hasonló, de azoknál bonyolultabb megoldó algoritmusokkal megoldjuk. Mivel ebben az esetben is csak egy ismert állapothoz viszonyított változásokat tudjuk számítani, ezért itt is kezdeti feltételeket alkalmazunk a számítások során, továbbá a modellperemeken az alulhatározottság megszüntetése érdekében peremfeltételeket is használunk.

A végeselem módszer előnye a térbeli rendszerek alakjának pontosabb követhetősége. Sajnos a megoldás során kapott részeredmények nem értelmezhetők, fizikai jelentésük nincs, ami megnehezíti a modell hibák megkeresését. A bonyolult matematikai megoldó-rendszer általában meglehetősen érzékeny, ezért sokszor előfordul, hogy a felhasznált algoritmus hibátlan és a valóságban lehetséges helyzeteknek nem találja meg a megoldását. Jellemző a végeselemes rendszerekre, hogy a csomópontok sorszámozása hatással van a megoldhatóságra, ami miatt ugyanaz a feladat a csomópontok sorszámozásának megváltoztatásával esetleg megoldhatóvá vagy megoldhatatlanná válhat.



6.3.3 - 3. ábra: Strassbourg környékén bekövetkezett szennyeződés modellezésénél használt végeselem-háló (VOGT, 1993.)

6.3.3.4. A hidrodinamikai és transzportmodell-számítások erényei és hibái, avagy a modellek értékelése

A gyakorlatban egyre többször találkozhat a szakember vagy a döntéshozó a bemutatott modellszámításokkal és azok eredményeivel, melyek értékelése külső szemlélőnek emberpróbáló feladat. Annak eldöntése azonban, hogy a számítás eredményei mennyire helytállóak, minden érintett elemi érdeke, ezért jelen alfejezetben összefoglalunk néhány olyan gondolatot, amit ebben a tárgykörben célszerű megfogadni.

A modell értékelését sosem az eredményeknél, hanem a modell felépítésénél érdemes elkezdeni. A modellhez felhasznált vagy sokszor inkább a fel nem használt információk a modell értékelését megkönnyítik. Amennyiben minden releváns információt a rendszer használ, akkor azok alapján értékelő szakemberben ki kell alakulnia egy koncepciónak a vizsgált hidrodinamikai rendszer működéséről, illetve az abban lejátszódó transzportfolyamatokról. Célszerű a saját koncepciót ezt követően a modellező koncepciójával összevetni és így értékelni a modellt. Ezt követheti az eredmények áttekintése, a nyilvánvalóan helytelen számítási eredmények kizárása.

A modellezés előnye, hogy digitális adatrendszerekkel dolgozik, ezért könnyen látványos ábrákat (térképeket, 3D ábrázolásokat) készíthetünk, amelyek segíthetik a megértést, ugyanakkor a számítások mögötti tartalmat elfedhetik, ezt sose felejtsük el.

Vizsgáljuk meg, hogy a kapott (számított) potenciálkép mennyiben felel meg az észlelt képnek. Tudni kell, hogy a transzportszámítások kiemelten érzékenyek a hidrodinamikai rendszerek hibáira, ezért hibás vagy nem eléggé reprezentatív hidrodinamikai számítás esetén nem készülhet jó terjedési modell. Könnyebbséget jelent, hogy a hidrodinamikai paraméterek könnyebben mérhetők és - néhány kisebb területet kivéve - megfelelő mennyiségű adat áll a modellező rendelkezésére.

A transzportmodellezéshez általában lényegesen kevesebb mért adat áll rendelkezésre, ezért szinte minden transzportmodell részben becsült és szakirodalmi adatokon alapul. Ennek megfelelően a számításokkal kapott eredmények is több tekintetben közelítők. Egyrészt a becsült paraméterek hibája, másrészt a modellek numerikus hibái folytán. Ezért pl. nem várható el egyetlen transzportmodelltől sem, hogy a zérus koncentráció határát egy szennyeződés közelében pontosan meghatározza, mert ezt a numerikus hibák alapvetően lehetetlenné teszik.

A számítások eredményeit, sokkal inkább érdemes úgy értékelni, hogy milyen tendenciák várhatók a jövőben, hogyan alakulnak jellegükben a koncentráció eloszlások, megközelítőleg milyen sebességgel és milyen irányba mozog a szennyezőanyag, melyik a leghatékonyabb beavatkozás, hová érdemes mentesítő kutakat, dréneket telepíteni és azok várhatóan mekkora területre gyakorolnak hatást. Mi történik a magára hagyott szennyezéssel és várható-e hogy az elmozdul, ha igen, akkor milyen irányban és mekkora sebességgel. A felsoroltak olyan kérdések, melyekre a modellezés jó válaszokat tud adni, ha a modell az összes eddigi ismerettel összhangban áll.

Hiába ábrázoljuk térképeken a koncentráció-eloszlást egy adott időpontban, ennek a helyes értelmezése az, hogy ez a mostani ismeretek alapján a legvalószínűbb helyzet, melyet bizonytalanság terhel. Ha ismerjük a modellek bizonytalanságait és azok hatását az eredményekre,

akkor alakulhat ki az értékelőben egy olyan megalapozott vélemény, aminek alapján további döntéseket hozni lehet.

Itt térjünk vissza egy pillanatra arra, hogy a modellezés valójában egy munkahipotézis bizonyítása. Mivel ez így van, az eredmények, ha vannak, akkor csak annyit bizonyítanak, hogy a munkahipotézis a valóságban elvileg lehetséges, azaz a szimuláció pl. a fizika vagy a kémia törvényszerűségeinek nem mond ellent lehetséges. Azt, hogy a kapott eredmények valóban a probléma megoldását jelentik-e azt a modellezőnek és az értékelőnek közösen kell eldöntenie.

A számítástechnika mai szintjén már alacsony szakmai ismeretek mellett is lehetséges számításokat végezni és az eredmények külalakban nem térnek el a jó és a rossz számítások esetén. Ennek megfelelően mindig szükséges az eredményekkel szembeni, jó értelemben vett bizalmatlanság és annak az igénye, hogy a számítások eredményeit az értékelő megértse és csak azt követően fogadja el.

6.3.4. Néhány ismertebb hidrodinamikai és transzportmodell

MODFLOW – A MODFLOW az USA Geológiai Szolgálatánál (USGS) kifejlesztett véges differencia elven működő, hidrodinamikai program. A FORTRAN nyelven írt programot folyamatosan fejlesztik, fontosabb kiadásai a MODFLOW-88, MODFLOW-96 és a MODFLOW-2000. A program moduláris felépítésű, ami azt jelenti, hogy a vízmérleg számító rendszer újabb és újabb csomagokkal (Package) bővíthető, melyek egyre különbözőbb a vízforgalmat befolyásoló objektumokat tesznek a számítások során lehetővé. Ilyen csomagok a kút csomag és változatai, a folyó, a szivárgó, a beszivárgás csomagok, vagy például a szivárgási gát csomag, mellyel résfalak, szádfalak és egyéb függőleges határolófelületek szimulálhatók. A programhoz fejletlen adatbeviteli és eredményértékelő rutinok tartoznak, ezért számos cég külön keretrendszert fejlesztett ki hozzá. A program public domain minősítésű.

FEFLOW - A FEFLOW a WASY német cég végeselemes hidrodinamikai és transzportprogramja. A program bár igen drága, mégis nagy tudása miatt kezd elterjedni. Különböző fejlettségű verziói vásárolhatók meg, 2D és 3D számításokra alkalmas, csak hidrodinamikai, hidrodinamikai és anyagtranszport, továbbá hidrodinamikai anyag- és hőtranszport számítására alkalmas verziói léteznek. A program háromszög alakú elemekkel dolgozik, lehetőség van benne a sűrűségfüggő, hőmérsékletfüggő áramterek vizsgálatára is.

FEMWATER – A FEMWATER csomag háromszög alakú végeselemeket használó hidrodinamikai és transzportcsomag. Különlegessége, hogy telített és telítetlen közegbeli szivárgást és transzportot is számol, ami azt jelenti, hogy a felszíntől a vízadókig történő számítások elvégzése is lehetséges.

MT3D – Az MT3D a MODFLOW program kiegészítéseként fejlesztett program. Első verziói ingyenesek, míg a későbbi MT3D^{96} és MT3D^{99} programok kereskedelmi szoftverek. A program a MODFLOWhoz hasonlóan moduláris felépítésű, az advektív, a diszperzív transzportot, a bomlást és a szorpciós folyamatokat külön csomagok kezelik. Az MT3D program a szivárgási sebességeket a MODFLOWból veszi át, ezért önállóan nem használható.

MT3DMS – Az MT3DMS az MT3D program módosított változata, mellyel több kémiai komponens (MS=Multi-species) kompetitív transzportja számítható. Lehetőség van szennyezőanyagok időbeli átalakulásának figyelembe vételére pl. az ammónium-nitrogén oxidációjának és nitritté majd nitráttá alakulásának vizsgálatára is.

RT3D – Az RT3D csomag az MT3D programhoz hasonló felépítésű, ugyanakkor a reaktív transzportot figyelembevevő csomag. Működése során minden időegység után számítja a jelenlévő szennyező komponensek koncentrációját, majd egy külön fázisban meghatározza azokat az átalakulásokat és kémiai reakciókat, melyek adott körülmények között a rendszerben végbemennek. A reakció hatására módosul a rendszerben lévő szennyezőanyagok minősége és mennyisége és a következő időlépcsőben már ezen átalakult anyagok transzportjának számítása történik meg.

SUTRA2D3D – A SUTRA2D3D négyszögalakú elemeket használó végeselemes program, melyet az USGS fejlesztett ki, ezért public domain minősítésű. A program, 2D, 3D hidrodinamikai anyag és hőtranszport számítására alkalmas. Nehezen kezelhető felülettel rendelkezik, mégis sok vizsgálatnál használják nagy tudása és speciális helyzetekben történő alkalmazhatósága miatt. A program telített és telítetlen közegbeli hidrodinamika számításokra anyag, és hőtranszportra alkalmas változó sűrűségű folyadékok vizsgálati lehetőségével. A program alkalmas az anizotrópia tenzoriális figyelembevételére is.

Keretrendszerek

Mivel a legtöbb jól használható programhoz nem készítették el a felhasználóbarát adatbeviteli és értékelő rendszert, amit angolból átvéve pre-processzornak és poszt-processzornak hívunk, ezért megjelentek azok az egy vagy több szoftver támogatására készített keretrendszerek

Visual MODFLOW - A Visual MODFLOW csomag a Waterloo Hydrogeologic terméke. A rendszer a MODFLOW/MT3D programok támogatására készült eredetileg de a fejlesztők azóta több új elemet is beleépítettek, melyekkel a MODPATH részecskekövető algoritmusokat, a zt MT3DMS és RT3D programokat is kiszolgálja. Intergálták hozzá a WHI Unsat Suite programot is, ezáltal 1D telítetlen közegbeli számítsok eredményeit a MODFLOW rendszerbe be lehet olvasni. Fejtel megjelenítő környezet társul hozzá.

Processing MODFLOW – A MODFLOW támogatására készített rendszer, de ma már az MT3D/MT3DMS és RT3D programokat is támogatja. A megjelenítés terén elmarad a Visual MODFLOW-tól, ugyanakkor legtöbb MODFLOW csomag támogatására felkészítették. Előnye a szoftvernek, hogy a teljes verziót könyv mellékleteként olcsón meg lehet vásárolni, miközben az utolsó előtti verzió szabadon használható és az internetről letölthető. Magyar nyelvű részletes leírással rendelkezik (Kovács, 2004; Kovács –Szanyi 2005)

GMS (Groundwater Modelling System) – A GMS rendszer egyszerre képes véges differencia (MODFLOW, MT3D, MT3DMS, RT3D, SEAM3D, UTCHEM) és végeselemes (FEMWATER, SEEP2D) programokat támogatni. Ennek módja, hogy először egy általuk GIS modulnak nevezett rendszerben a modell koncepcióját kell a számítógépbe betáplálni, ami alapján a rendszer elkészíti a programok részére szükséges elemosztást, illetve a bemeneti adatállományokat. A program előnye egyben a hátránya, hogy kevés a modellező beleszólása a modellbe, a koncepció modelladaptációja

már elsősorban a szoftver dolga, amibe nehéz beleavatkozni. A program meglehetősen drága ezért kevéssé elterjedt Magyarországon. Fejlett geostatisztikai és megjelenítő modulokkal rendelkezik

ARGUS ONE – Az ARGUS ONE (Open Numerical Environment) egy különleges koncepción alapul. A rendszer a GMS GIS moduljához hasonló felületet tartalmaz, mellyel véges differencia és három- és négyszög alakú elemeket tartalmazó végeselem-hálók is készíthetők. A program fejlett adatbeviteli környezettel rendelkezik és támogatja a legelterjedtebb geostatisztikai eljárásokat is. A kimeneti rendszere nyitott, azaz minden felhasználó maga készítheti el azt a PIE (Plug-in-extention)-nak nevezett interfészt, amivel a számoló szoftver bemeneti adatrendszerét előállítja. Ugyancsak egy PIE szolgál az eredményadatok beolvasására is. Az ARGUS csak néhány szoftverhez készítette el a PIE-t, azonban sok fejlesztő maga készíti el a sajátját így menekülve meg a grafikai modulok programozásától. Az ARGUS ONE a MODFLOW, MT3D, MOC3D, HST3D, MODPATH véges differencia, a SUTRA, FEMWATER és PTC végeselemes programokat támogatja, de az interneten sokszor rá lehet bukkanni újabb és újabb PIE fejlesztésekre, illetve magunk is írhatunk ilyen modulokat, ha szükséges.

WHI Unsat Suite – A WHI Unsat Suite egy 1D vertikális véges differencia módszert használó programcsomag, mellyel a telítetlen zónában zajló víz és anyagtranszport számítható. A program a VS2DT, SESOIL, VLEACH, PESTAN programokat támogatja, melyekkel a szennyezőanyagoknak a felszín felől a talajvízadóig történő mozgását vizsgálhatjuk.

A bemutatott és egyéb programokról a legtöbb információ beszerezhető a Scientific Software Group honlapján (www.scisoftware.com), illetve a USGS lapjain (www.usgs.gov/software).

6.3.5 Hidrodinamikai és transzportmodellek alkalmazási példái

A következő fejezetben példákon keresztül - a teljesség igénye nélkül - mutatunk be néhány jellegzetes gyakorlati problémát, amelynek vizsgálatára a hidrodinamikai és transzportmodellezés alkalmas.

6.3.5.1. A numerikus modellek alkalmazási területei a hidrogeológiában és a környezetvédelemben

A hidrodinamikai és transzportmodellezésnek - beleértve a szivárgási sebességek meghatározását is - széles alkalmazási köre ismert. A környezetvédelmi problémák előtérbe kerülésével és nem utolsó sorban a számítástechnika robbanásszerű térhódításával egyre növekszik az igény a korábban bemutatott elméleti alapokon nyugvó modellszámítások elvégzésére. Az modellalkalmazás jellegzetes területei a következők:

Szivárgáshidraulikai modellek fontosabb alkalmazási területei:

- Vízműlétesítmények elhelyezésének optimalizálása, vízműbővítések környezeti hatásának vizsgálata;
- Vízművek védőidomának meghatározása;
- Mérnöki létesítmények környezeti hatásának vizsgálata, vonalas létesítmények okozta hidraulikai hatások meghatározása;
- Szennyezőanyag-mentesítő hidraulikai létesitmények hatásának előtervezése, optimalizálása, tervezett mentesítő-telepek hatékonyságának ellenőrzése.

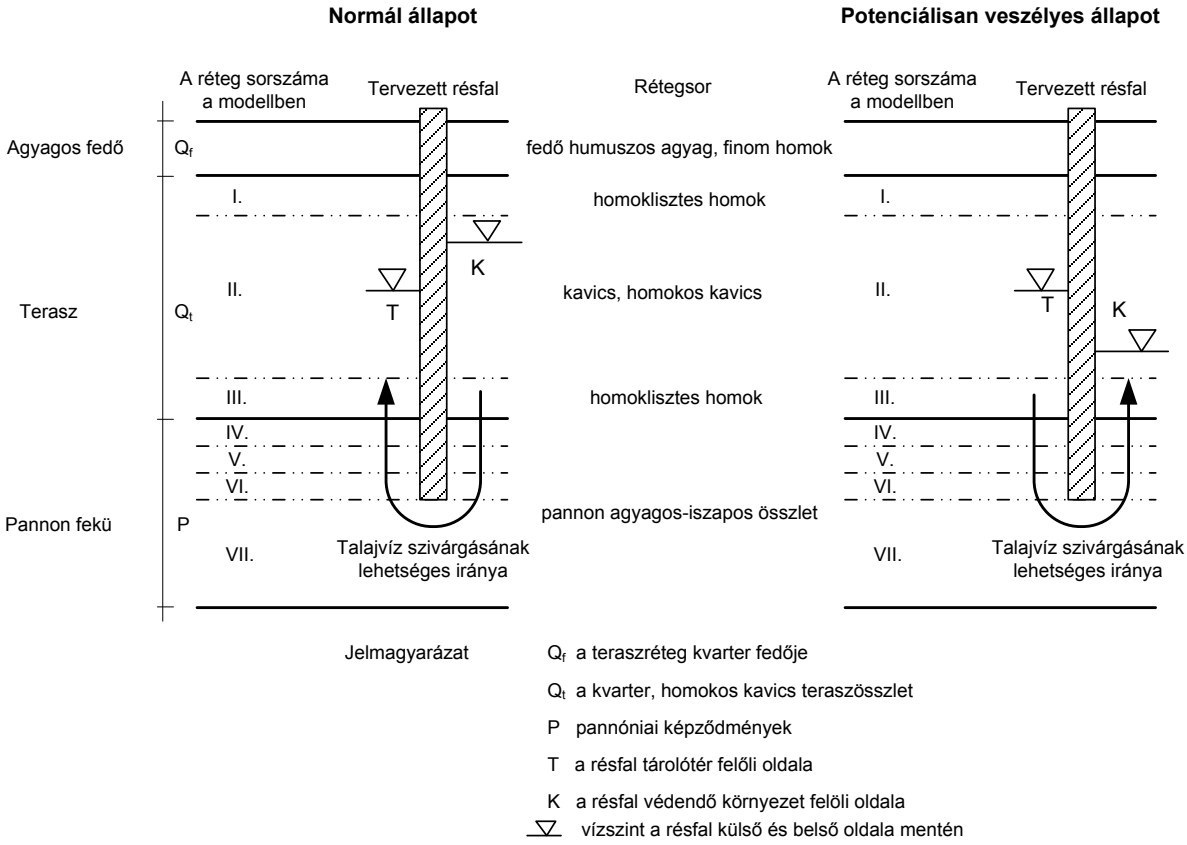
Transzportmodellek alkalmazási lehetőségei:

- Szennyezőanyagok advektiv-diszperziv úton történő terjedésének számítása tekintettel a felületi adszorpcióra és a bomlás jelenségére, szennyezőforrások okozta koncentrációk meghatározása térben és időben;
- Potenciális szennyezőforrások környezeti hatásának vizsgálata, a potenciálisan veszélyeztett területek lehatárolása;
- Környezet-szennyezések elhárításának szimulációja, a beavatkozás optimalizálása;
- Hulladéklerakók szigetelőrétegének előzetes méretezése, a lerakók környezeti hatásának vizsgálata.

6.3.5.2. Alkalmazási példák

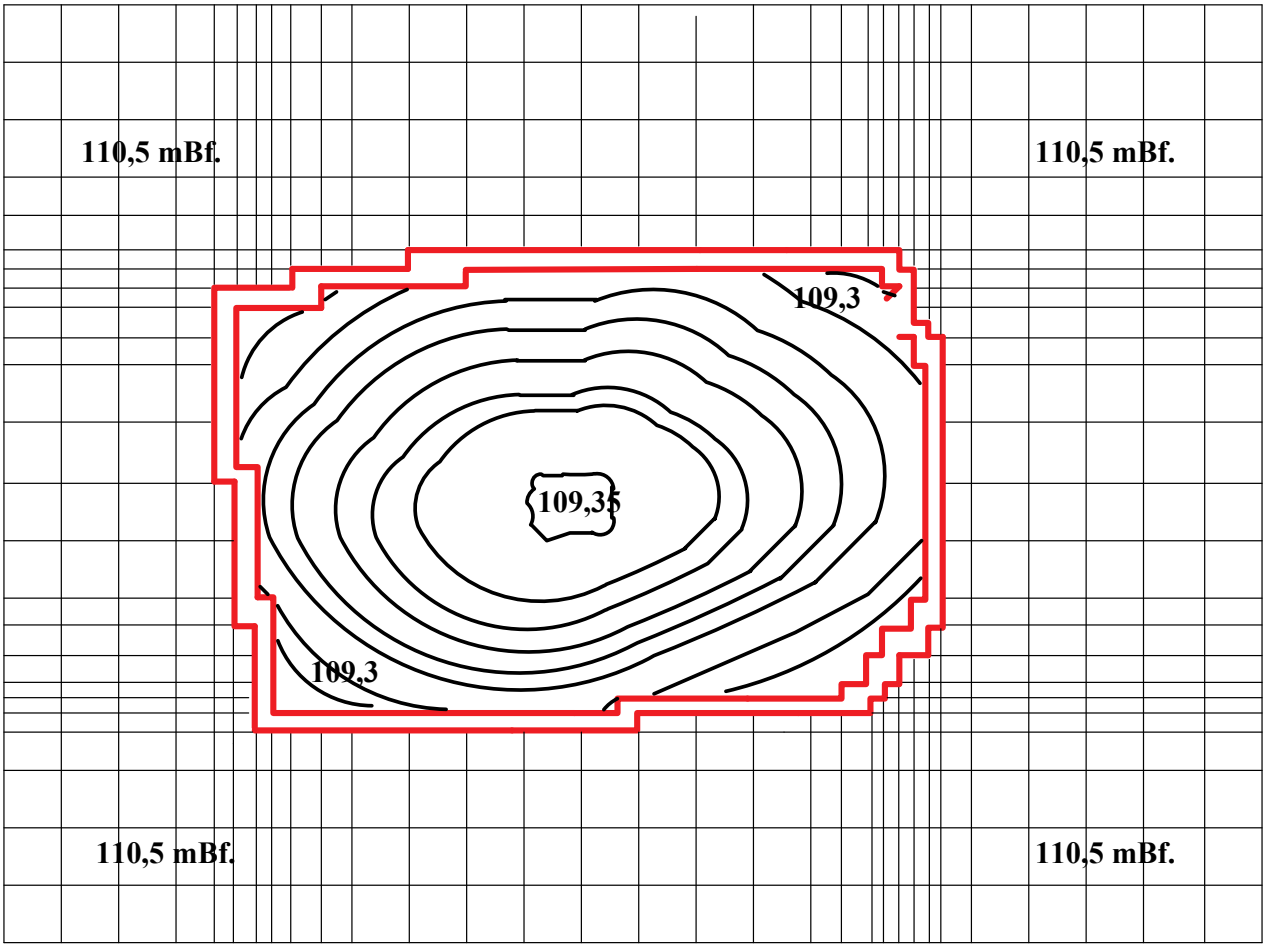
Egy résfallal határolt tározótér körül kialakuló hidrodinamikai rendszer szimulációja

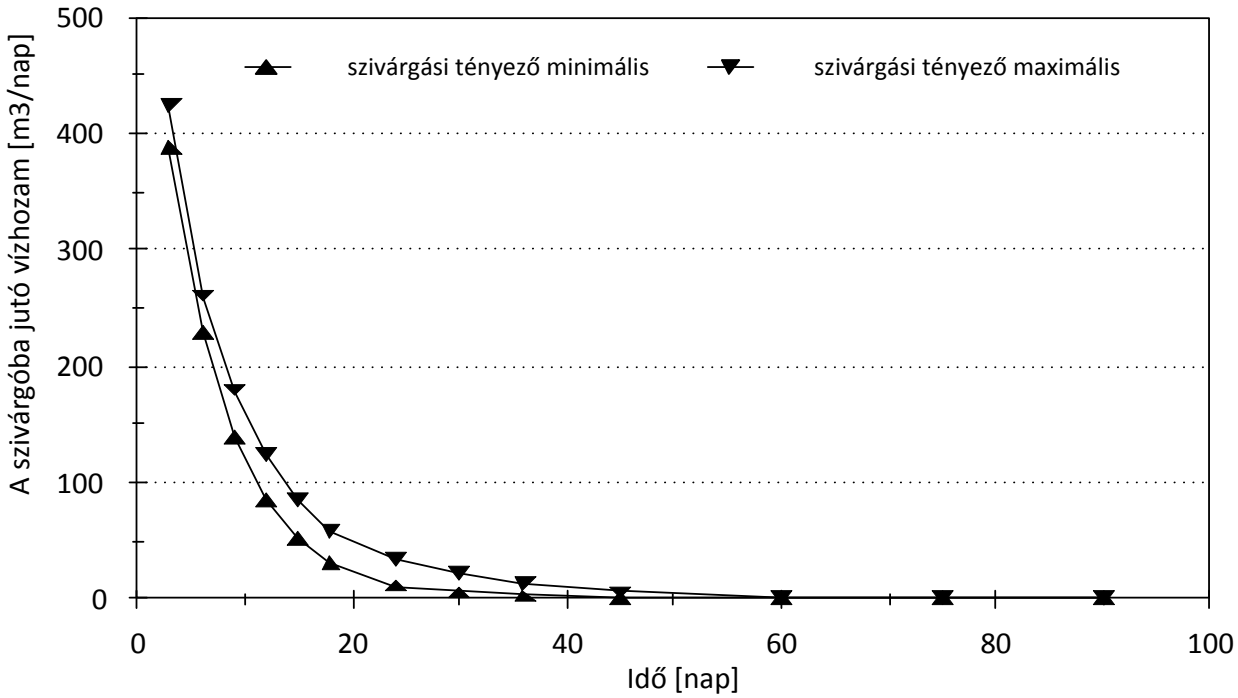
Egy iparvállalat veszélyes hulladékok lerakására kialakított tárolóját a Sajó teraszrétegeire telepítették. A lerakó fenékszigetelése nem megfelelő, amit a környező megfigyelőkutakból vett vízminták elemzési eredményei alátámasztanak. Az iparvállalatot szennyeződés megszüntetésére az illetékes hatóság határozatban kötelezte. A tervező több variáns közül a lerakó résfallal történő körülzárása mellett döntött, amely résfalat mintegy 1,5 m mélységben a teraszréteg feküjét képző pannon agyagos-iszapos összletbe kívánta bekötni. A résfalon belül szivárgórendszer kiépítését tervezték, amelynek legmélyebb pontja a Sajó 5 napos időtartamra számított vízállása, 90%-os valószinűségi szinten. Mindez azt jelenti, hogy az említett 90%-os valószínűségi szinten maximálisan 5 napig állhat elő olyan hidraulikai helyzet, hogy a résfalon belül magasabb a víz szintje, mint azon kívül. Ez az eset tekinthető a legkedvezőtlenebb variánsnak, azaz amikor a hidraulikus gradiens iránya a tározótérből kifelé mutat (6.5.5-1. ábra).



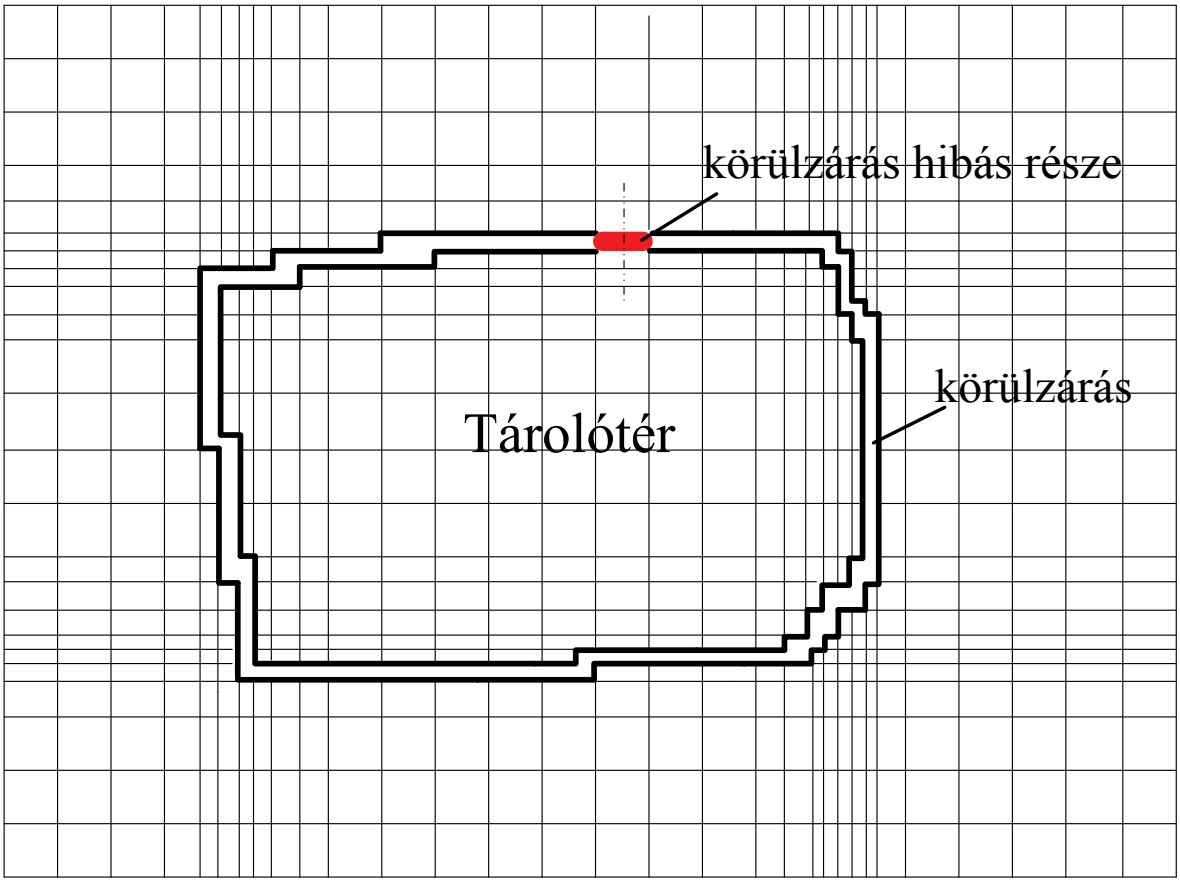
6.3.5 - 1. ábra: A résfallal határolt lerakó környezetében kialakuló, hidraulikai szempontból normális és veszélyes üzemi állapotok (Kovács - Szabó, 1995.)

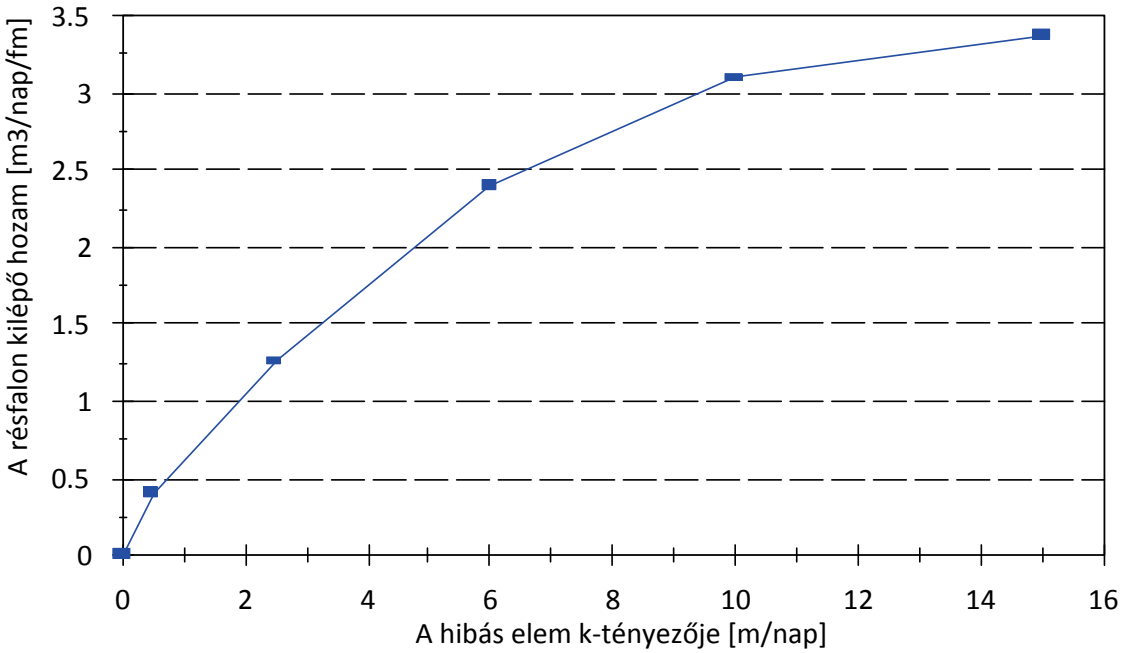
A feladat egyrészt a körülzárt tároló és környezete közötti maximális vízforgalom megállapítása volt, másrészt meg kellett határozni - a legkedvezőtlenebb esetet feltételezve - a műszaki védelemmel ellátott tároló okozta esetleges szennyezés hatásterületét, valamint a hatás nagyságát.
Esetünkben egy háromdimenziós hidrodinamikai modell kialakítására került sor annak megállapítására, hogy mekkora lehet az a maximális szennyezett vizmennyiség, ami 5, vagy a biztonság kedvéért 10 nap alatt, a tározótérből kifelé mutató hidraulikus gradiens esetén a teraszrétegbe juthat, illetve mekkora az a vízmennyiség, amit normális üzemelés esetén a szivárgórendszer összegyűjt. Ebben az esetben tehát a résfalat alulról megkerülő hozamok számítását kellett elvégezni, ami kizárólag függőleges vízforgalom mellett képzelhető el.
A vázolt esetekre egy közel 1000 elemből álló, hétréteges, véges differencia modellt alakítottunk ki, melynek segítségével a tároló fenekén átszivárgó hozamokat számítottuk (6.3.5 - 2. ábra). Normál üzemállapotban meghatároztuk a kialakuló jellemző hidraulikai állapotot, a szivárgók várható hozamát, valamint a kedvezőtlen állapotban a környezetbe jutó folyadék kiszivárgásának maximális intenzitását. Ez a kiszivárgó folyadékmennyiség - tekintettel a várható maximálisan 5-10 napos időtartamra - olyan kicsire adódott, hogy a teraszba érve - a hígulást is tekintetbe véve - elhanyagolható környezeti terhelést jelent.





6.3.5 - 2. ábra: A résfallal határolt tárolótér környezetében kialakuló szivárgási tér hidroizohipszái, valamint a tárolófeneken keresztül szivárgóba jutó víz hozama (Normál üzemállapot) (Kovács - Szabó, 1995.)





6.3.5-3. ábra: A résfal sérülésének helye, valamint a hibás résfalszakaszon kilépő vízhozam nagysága a sérült szakasz szivárgási tényezőjének függvényében (Kovács - Szabó, 1995.)

Ezután azt a legkedvezőtlenebb esetet tételeztük fel, hogy a résfal egy része valamilyen oknál fogva annak többi részéhez képest kevésbé vízzáró, sérült. Ebben az esetben a területre jellemzően időben változó irányú (Sajó felé és a folyótól távolodó irányú) teraszbeli szivárgást feltételezve meghatároztuk a kialakuló szivárgási tér jellemzőit, majd a számított környezetben elérési idő és transzportszámítást végeztünk (6.3.5 - 3. ábra).

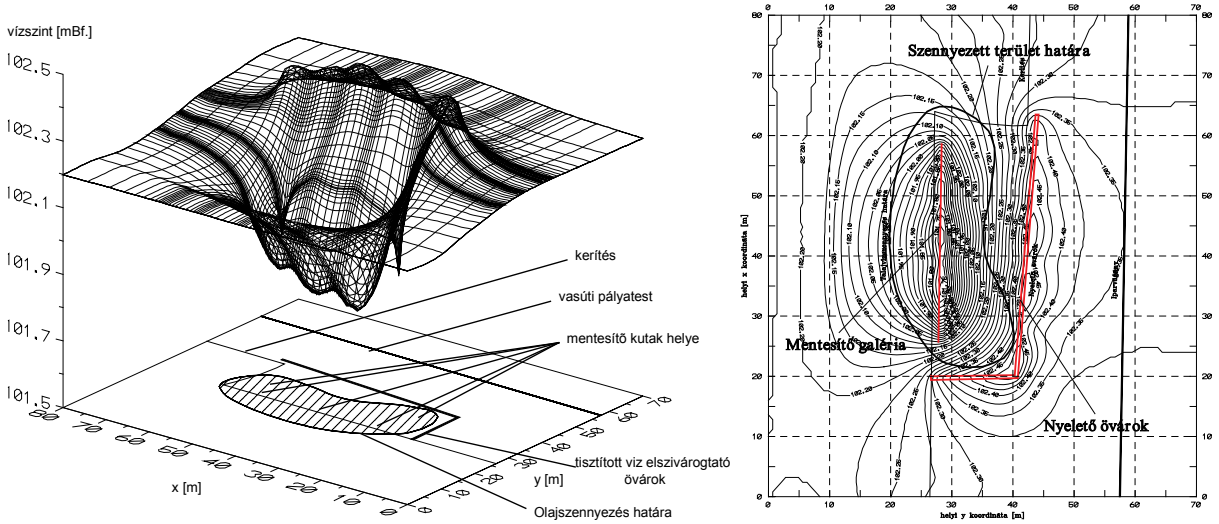
A terület elszennyeződése akkor következhet be, amikor a Sajó vízállása alacsony, tehát a hidraulikus gradiens iránya a tárolótérből kifelé mutat, de a kijutott szennyezőanyagnak a szóródása csak általában akkor következik be, amikor már a normális állapot visszaállt, hiszen az előbbi helyzet csak mintegy 5 napig állhat fenn a Sajó vízjárásának statisztikai elemzése alapján. Ebben a bemutatott vízföldtani környezetben elvégzett transzportmodellezés segítségével kijelöltük azt a területet a tárolótér közelében, amelyen belül a tároló falának sérülése a vonatkozó abban az időben hatályos rendelet határértéke feletti koncentrációnövekedést okozhat. A kijelölt területen kívül a szennyezőanyag higulása már olyan mértékű, hogy szennyezésről már nem lehet beszélni (Kovács - Szabó, 1995.)

Kármentesítő létesítmények hidraulikai hatásának vizsgálata

Szénhidrogénszennyeződések eltávolítása során gyakran használunk kutas, vagy szivárgós víztermelést, amit a szaknyelv idegen kifejezéssel „pump and treat” vagy magyarul víztermeléses eljárásnak nevez. Ilyen esetben gyakran alkalmazunk hidraulikai számításokat a műszaki beavatkozás hatékonyságának ellenőrzése céljából. Elsősorban kisméretű szennyezések esetén célszerű ezen szimulációk elvégzése, amikor a valójában többfázisú rendszer, többnyire ismeretlen vagy helyről helyre változó összetételű szénhidrogén szennyezés transzportmodellezése igen bonyolult és hosszadalmas lenne. Ezekben az esetekben általában megelégszünk hidraulikai modellszámítások elvégzésével, melyek segítségével a mentesitő létesítmények (injektáló és termelő kutak, galériák, szivárogtató övárkok stb.) környezetében optimális hidraulikai állapotot igyekszünk kialakítani a műszaki beavatkozás hatékonyságának biztosítása érdekében. Ekkor célszerű tehát számításokat végezni az optimális kút és galéria-elrendezés meghatározására, majd az adott áramlási térben esetlegesen szimulálni a szennyezőanyag mozgását a mentesítés során.
A vizsgált probléma egy olajipari vállalat egyik átmeneti tárolótelepe környezetében bekövetkezett szennyezés mentesítése (KOVÁCS-SZABÓ, 1994.). A tárolótelep területén olajszennyeződés történt. A nyílt tükrű, nagyvastagságú homok rétegben a talajvíz felszínén úszó szénhidrogén eltávolítására kutakból és/vagy galériákból álló hidraulikai rendszer létesítését írta elő a hatóság. A tervek szerint a kitermelt szennyezett vizet, - tisztítás után - a szennyezett területen övárokból kívánták elszivárogtatni.
Célunk egy olyan létesítmény-együttes tervezése volt, mely hidraulikai szempontból optimális, hatása a teljes szennyezett területet lefedi és egyben biztosítja, hogy a talajban található szennyeződés a területről nem jut ki. Tekintettel a gyors beavatkozás szükségességére, valamint hogy a szennyezőanyag pontos összetétele (és emiatt terjedési tulajdonságai) nem voltak ismertek, a

transzportszámítást részben helyettesítő hidraulikai számítás mellett döntöttünk. A területen egy véges differencia elven működő síkmodellt alakítottunk ki, melyben a különböző mentesítési variánsok hidraulikai hatásait vizsgáltuk. A munka során hat különböző termelési variánst szimulációját végeztük el, melyek közül a galériával történő mentesítés mutatkozott a legoptimálisabbnak. Ezzel a módszerrel a szennyezett terület azon részét is hatékonyan lehetett tisztítani, mely kerítéssel elkerített, és ahol bármilyen mentesítő létesítmény elhelyezése nem volt megoldható (6.3.5-5. ábra) (KOVÁCS-SZABÓ, 1994.)

Ilyen hidraulikai számítások nemcsak a mentesítési tervek hatékonyságának biztosítására, hanem adott kárelhárítási tevékenység tartós hatásának becslésére is alkalmazhatók.



6.3.5 - 5. ábra: Kutakkal és szivárogtató övárokkal történő mentesítés depresszióterének térbeli képe, illetve a galériával történő mentesítés során kialakuló vízdomborzat izovonalas térképe (Kovács - Szabó, 1994.)

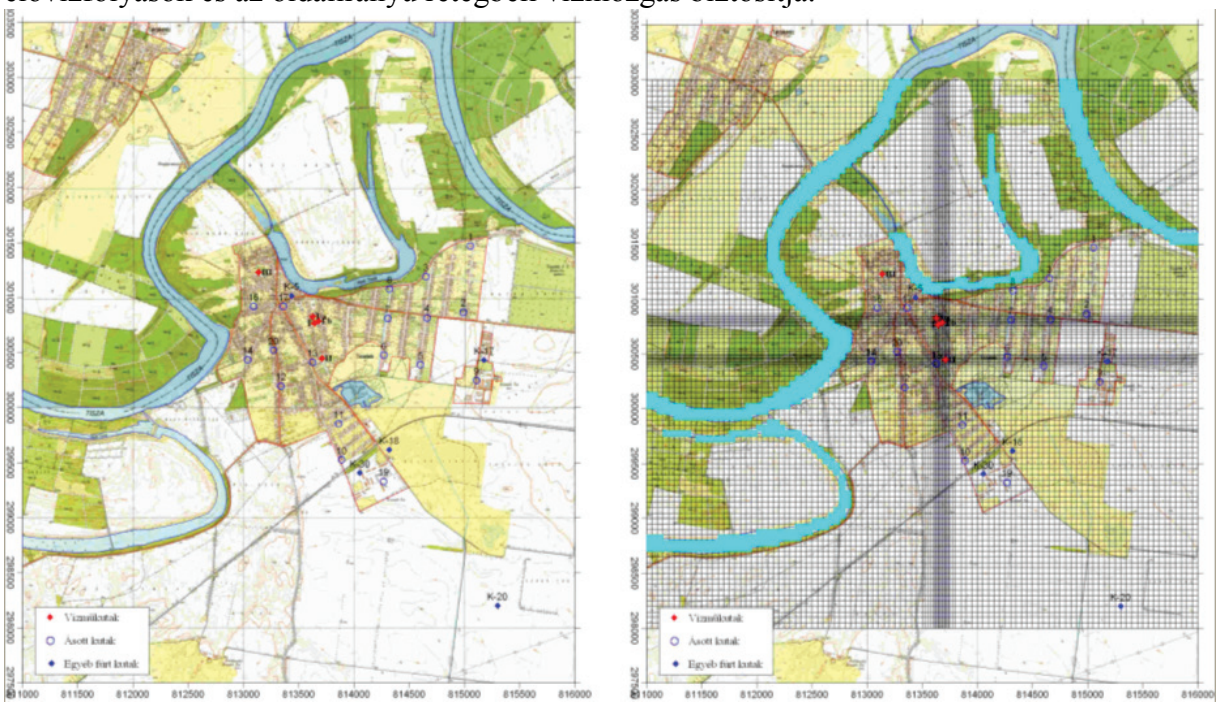
Egy vízmű hidrogeológiai védőidomának meghatározása

A szennyezések hatásának vizsgálata során alapvető feladat, hogy megállapítsuk egy adott szennyezőforrás hatását a környezetében található vízkivételekre. Másrészt hidrodinamikai számításokkal lehetséges a vízkivételek környezetében olyan térrészeket kijelölni, melyeknek védelme a vízkivétel biztonsága érdekében indokolt. A vízkivételek körül a biztonságos mennyiségi és minőségi vízellátás érdekében kijelölt felszín alatti háromdimenziós térrészeket hidrogeológiai védőidomnak, annak felszíni metszetét védőövezeteknek nevezzük. Mivel a vízkivétel biztonsága a víztermelő létesítménytől „távolodva” eltérő védelmet igényel, ezért a védőidomot és annak védőövezeteit zónákra szokták osztani. A védőzónák és ezért a hidrogeológiai védőidom meghatározásának az alapja az elérési idők meghatározása. Elérési időnek nevezzük azt az időt, ami ahhoz szükséges, hogy a felszín alatti víz egy ismert helyről a vízkivételi pontig, pl. egy termelőkút szűrőzött szakaszáig eljusson. Az azonos elérési időkhöz tartozó pontokat összekötő térfelületet izokrón felületnek, azok metszetét izokrón görbéknek hívjuk. A hidrogeológiai védőidomok

kijelöléséhez a hatályos jogszabályok szerint a 20 napos, 6 hónapos, 5 és 50 éves elérési időkhöz tartozó izokrón felületeket és a különböző mélységszintekben kialakuló vagy felszíni vetületeinek izokrón görbéit kell meghatározni.

Mivel az elérési idő számításához szükséges a szivárgási sebesség nagyságának és irányának ismerete, ezért ezt hidrodinamikai modellszámítással határozzuk meg.

Példaként tekintsük a Tiszadada Községi Vízmű esetét. A Vízmű mélyfúrású kútjait a település központjában létesítették nem messze a Tisza egyik holtágától, illetve magától az élővízfolyástól. A kutakat különböző mélységközökben szűrőzték, és a térség földtani felépítése is változatos, ezért a területre egy 5x5 km-es területrészt magában foglaló, hétréteges hidrodinamikai modellt építettünk fel (6.3.5 - 6. ábra). A modell a vízműkutakon kívül egyéb, szomszédos termelőkutakat, a Tiszát és holtágát is tartalmazta. A felszín alatti vizek utánpótlódását részben a csapadék, részben az élővízfolyások és az oldalirányú rétegbeli vízmozgás biztosítja.

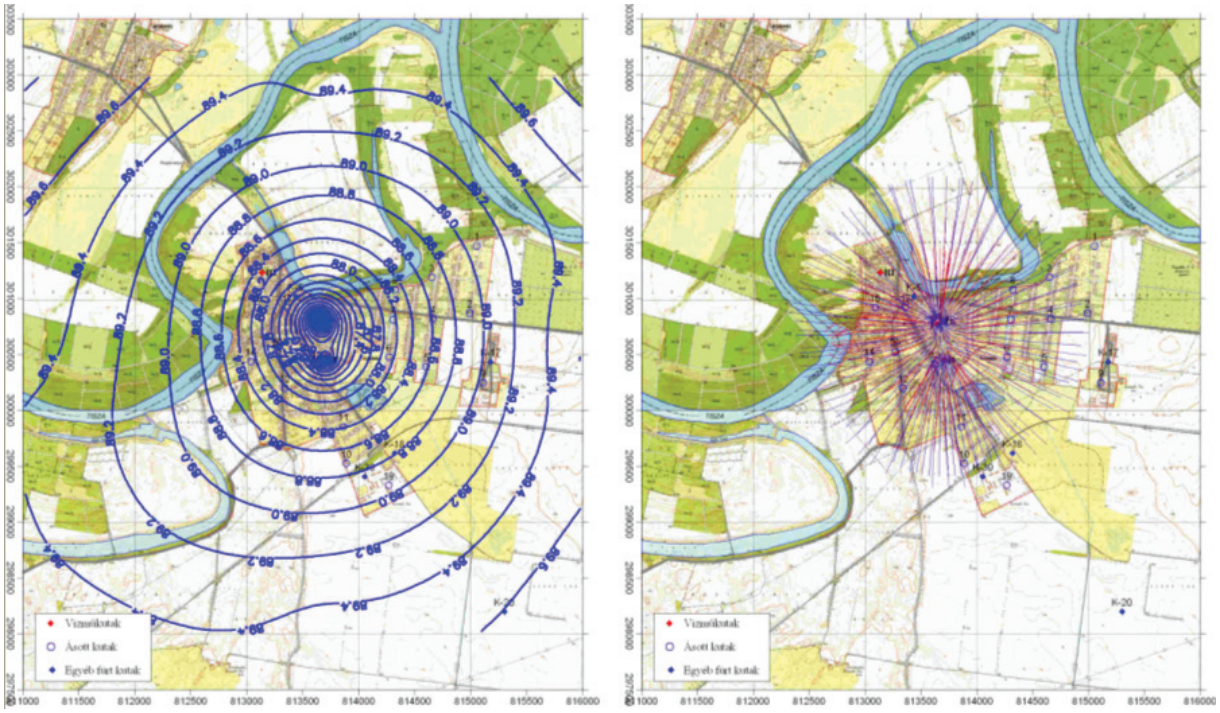


6.3.5 - 6. ábra: A vizsgált terület térképe és a modellezett terület a számításhoz alkalmazott rácshálóval és a felszíni vizeket szimuláló elemekkel

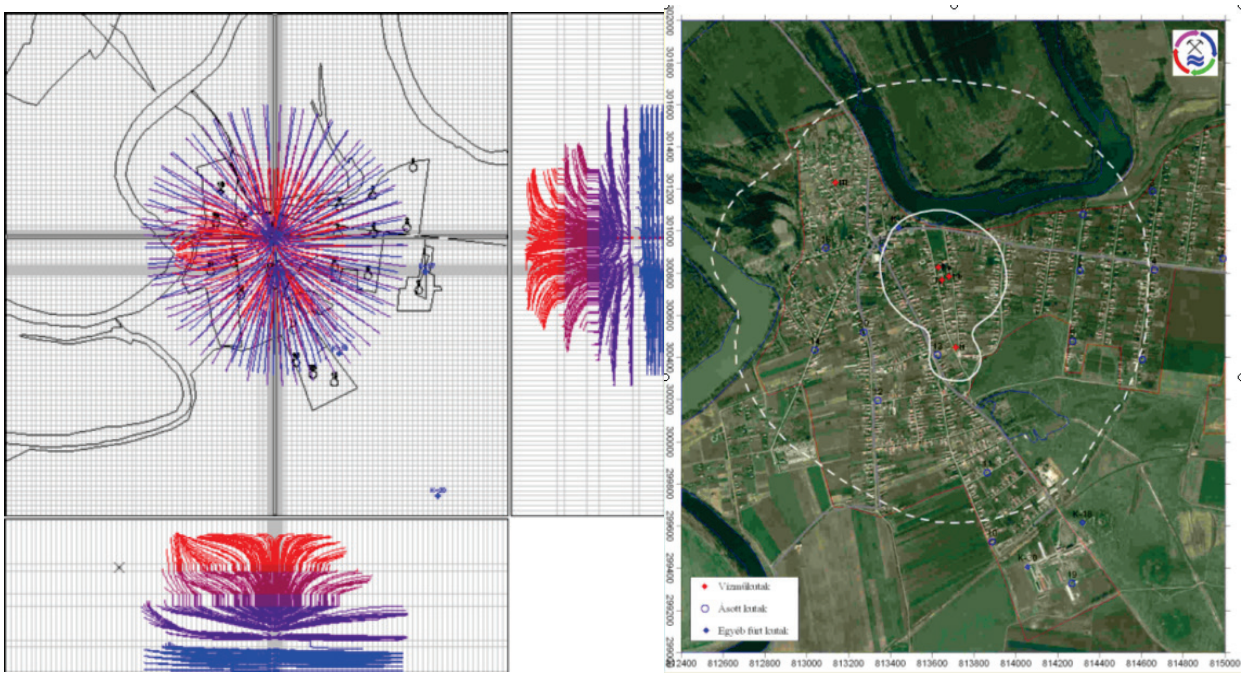
A modellben a kutak környezete felé egyre sűrűsödő rácshálóval végeztük a számítást, először meghatározva az egyes víztermelési helyzetekben kialakuló nyomásszinteloszlást és depressziókat, majd számítottuk az áramvonalak alakját és a kutak szűrőzött szakaszáig értelmezett elérési időket. (6.3.5 - 7. ábra). Ezek alapján kijelöltük az említett 20 napos, 6 hónapos, 5 és éves izokrón felületeket, illetve ezek felszíni metszeteit. Mivel a kutakat megfelelő mélységben szűrőzték, ezért csak az 5 és 50 éves elérési időkhöz tartozó áramvonalaknak voltak felszíni kilépési pontjaik, az ezeken a területeken belüli térrészeket kellet a hidrogeológiai védőidom hidrogeológiai védőövezete zónáiként kijelölni (6.3.5-8. ábra).

A kijelölt területeken belül jogszabályban meghatározott tevékenységeket tiltanak, egyes területhasználatokat korlátoznak oly módon, hogy a joganyagban felsorolt tevékenységeket az adott

védőövezeten belül tilos végezni, régi tevékenység kedvező eredményű hatásvizsgálat esetén folytatható, de új azonos típusú tevékenységre nem adható engedély, esetleg csak környezeti hatásvizsgálat eredményétől függően végezhető a tevékenység, de bizonyos tevékenységeket a rendelet engedélyezhet is. A korlátozásokat a védőidom-határozat jogerőre emelkedésekor az ingatlanok tulajdoni lapjaira bejegyzik (GÁMA-GEO, 2003)



6.3.5- 7. ábra: A számított depressziók a kutak közelében és az 50 éves elérési időkhöz tartozó áramvonalak



6.3.5 - 8. ábra: A számított áramvonalak térbeli alakja és az 5 és 50 éves elérési időkhöz tartozó felszíni izokrón görbe

Az áramvonalak alakja a bemutatott példánál közel sugárirányú volt, ami esetleg más megközelítéssel is meghatározható lett volna. De az esetek nagy részénél ez nem ilyen egyszerű, az áramvonalak alakja és a szivárgás sebessége sok tényezőtől függ. Példaként bemutatjuk a Felsődobszai Községi vízmű esetét, melynek egyetlen kútját a Hernád egy szigetén, a Hernád folyó kavicsteraszára telepítették. A sziget egy vizierőműnek is otthont ad, ahol a sziget folyásirány felőli végénél duzzasztással vezetik a vizet az erőműhöz, majd a turbinákon áthaladás után jut a víz az alvizi oldalra. A területen a szivárgási viszonyokat egyértelműen meghatározza az, hogy az aktuális esetben van-e duzzasztás, ha igen, akkor a duzzasztott csatornaág és a felszín alatti vizek között milyen erős a hidraulikai kapcsolat. Ezt mutatja be a 6.3.5 - 9. ábra, ahol négy eltérő helyzetben mutatjuk be a kúthoz futó áramvonalak jellegzetesen eltérő alakját. Ezek a variánsok már spekulatív úton nem számíthatók, csak numerikus modellezéssel.

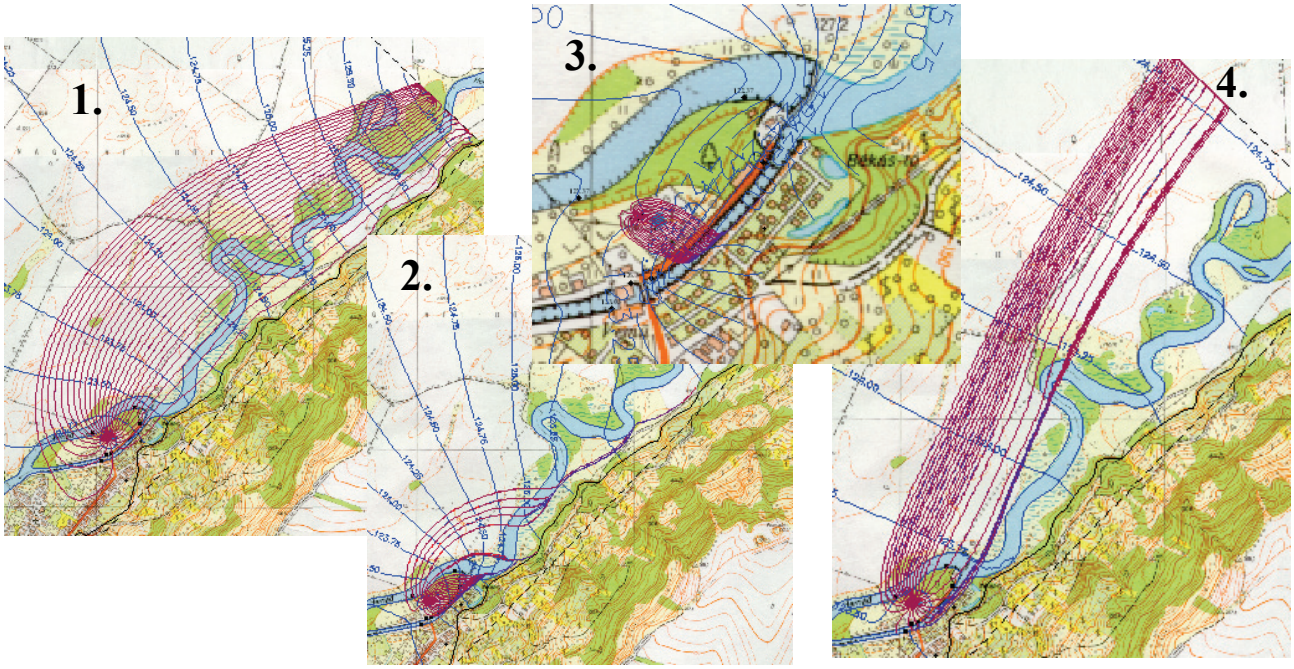
Üzemanyagtöltő állomás okozta szennyezés hatásának vizsgálata transzportmodellel

A transzportmodellek alkalmazásának jellegzetes példája szennyezett területek vizsgálata. A számítások során először meghatározzuk a felszín alatti vizek szivárgási pályáit, majd a számított hidrodinamikai rendszerben az egyes vizsgált szennyező komponensekkel külön-külön, vagy egyidejűleg végezzük el a szennyeződés-terjedési, azaz transzportszámításokat. Ez utóbbi eljárást, amikor a rendszerben több szennyező komponens van jelen kompetitív transzport számításának nevezzük, míg ha ezek az egyidejűleg a rendszerben található komponensek egymással kémiai kapcsolatba is kerülhetnek (pl. kémiai reakciók: ioncsere, csapadékképződés, oxidáció és redukció, stb.), akkor reaktív transzportszámításról beszélünk.
A vizsgált esetben egy töltőállomáson talaj és talajvízszennyezés történt. A töltőállomás közelében található egy kisváros vízműve, melyet a szennyezés veszélyeztethet. A feladat hidrodinamikai és transzportszámítással meghatározni a szennyezés továbbterjedését és megbecsülni a veszélyeztető hatás mélrtékét.

A területet a 6.3.5 - 10. ábra mutatja be. Először a korábbiakban bemutatott módon a vízművet is magába foglaló rendszerre elkészítettünk egy hidrodinamikai modellt, hogy meghatározzuk a vízmű okozta depressziót a töltőállomás környezetében, illetve a kialakuló szivárgási sebességeket. Ezt követően számítottuk a kimutatott szennyezőkomponensek (melyek jellemzően ilyen szennyezésekkor a BTEX vegyületek (benzol, etil-benzol, toluol és a xilol) továbbá az alifás szénhidrogének (TPH), ritkábban az egyéb alkil benzolok) koncentrációit.

Termelési variáns sorszáma	Hernád és a talajvízadó közötti kapcsolat	Duzzasztómű állapota
1. variáns	nincs	üzemel
2. variáns	kicsi	üzemel
3. variáns	nagy	üzemel
4. variáns	nagy	nem üzemel

Utánpótlódási irány hatása
Felsődobsza községi vízmű

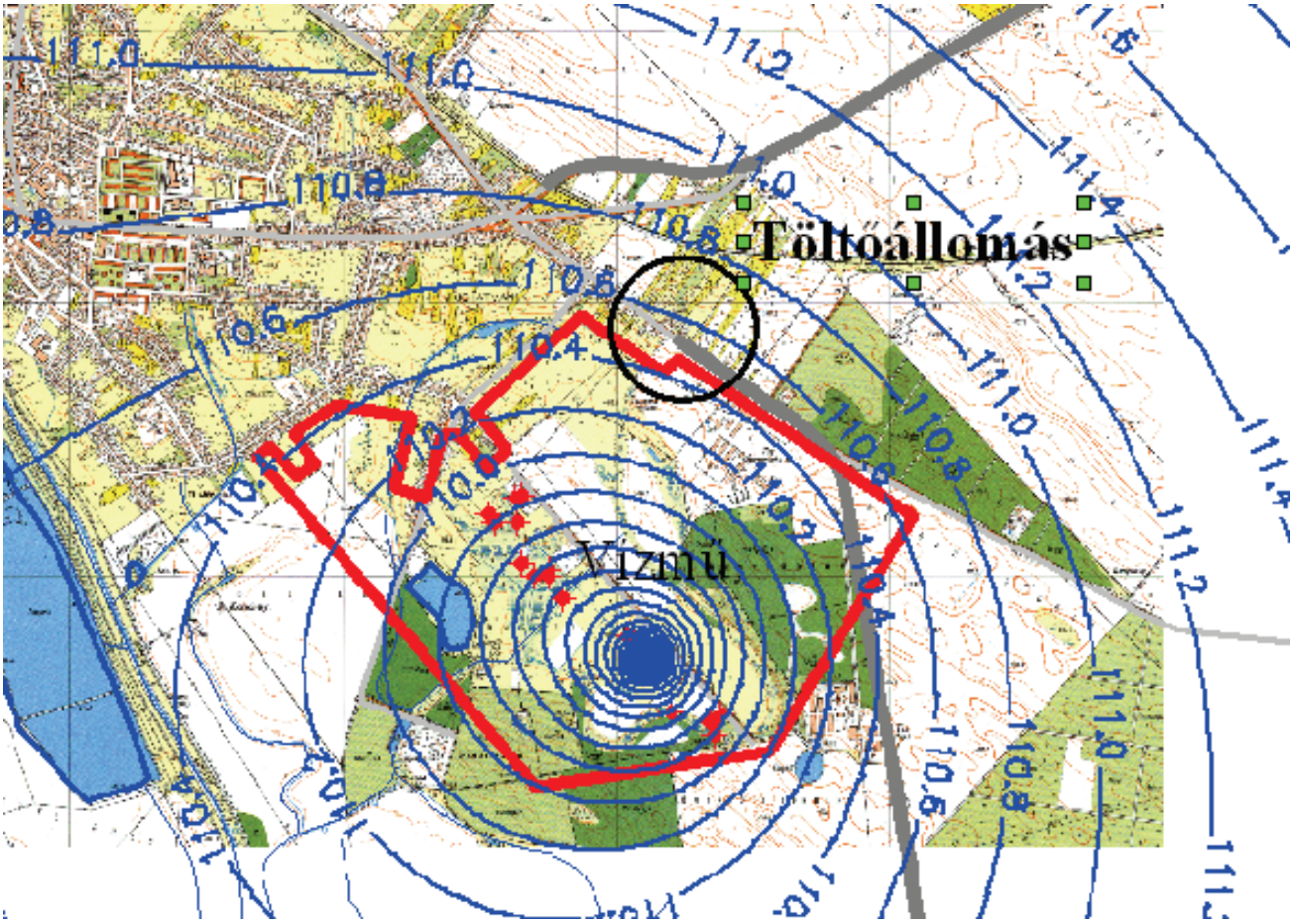


6.3.5- 9. ábra: Az áramvonalak alakjának függése az utánpótlódási viszonyoktól a Felsődobszai Vízmű környezetében (GÁMA-GEO, 2002)

A számításokhoz felhasználtuk a földtani környezetre vonatkozó információkat, a képződmények ismert és becsült vízföldtani jellemzőt, továbbá a szennyező komponensek részben becsült, részben mérésekkel meghatározott terjedési jellemzőit, továbbá a feltárások során meghatározott koncentráció-eloszlásokat. A számítások alapján látszott, hogy egyes komponensek jobban (pl. benzol), mások (pl. alifás szénhidrogének) kevésbé mobilisak és hogy a szennyeződés várhatóan nem veszélyezteti a felszín alatti vízkivételeket (6.3.5-11. ábra).

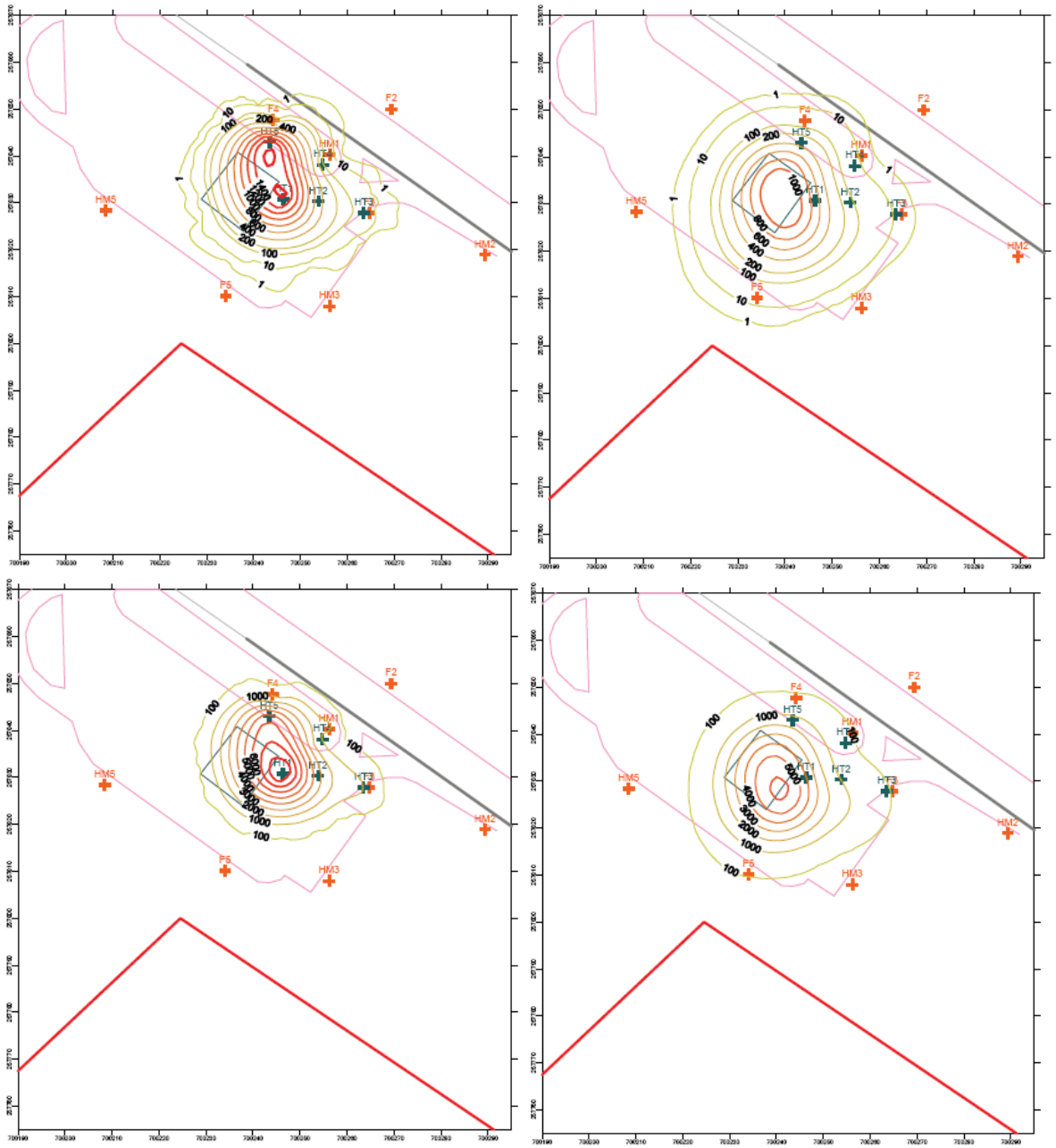
Ez utóbbi eredményt alátámasztja az a számítás is, hogy a vízkivételekig a töltőállomás területétől számított elérési idők elérik a 250 évet.

A bemutatott példák és esetek csak egy kis részét mutatják be azoknak az eseteknek, ahol a hidrodinamikai és transzportszámítások alkalmazhatóak.



6.3.5 - 10. ábra: A vizsgált töltőállomás és a Vízműtelep területe

A számítógépes szimulációknál sosem szabad elfelejteni, hogy az eredmények minden esetben csak annyira lehetnek megbízhatóak, amennyire a kiindulási adatok megbízhatóak voltak, továbbá, hogy a sikeres szimuláció valójában egy munkahipotézis vizsgálata csak, azaz a számításokkal azt bizonyítjuk elsősorban, hogy a természetben a vizsgált folyamatok a fizika és a kémiai törvényszerűségeinek figyelembevételével a bemutatott módon lejátszódhattak, azonban számos más munkahipotézis is összhangban állhat a vizsgált rendszerről addig megszerzett ismeretekkel. A numerikus szimulációk eredményeit ezeknek tudatában kell értékelni és elemezni.



6.3.5 - 11. ábra: A kezdeti és a 20 év elteltével számított benzol és összes alifás szénhidrogén koncentrációk (GÁMA-GEO, 2006)

Irodalomjegyzék

BEAR, J. - VERRUIJT, A. (1987): Modelling Groundwater Flow and Pollution, D. Reidel Publ.Co., p. 153-158., 225-284.

CHIANG, W-Hs. – KINZELBACH, W.(2001): 3D-Groundwater Modeling with PMWIN, A Simulation System for Modeling Groundwater Flow and Pollution, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, ISBN 3-540-67744-5, SPIN 10774334

FILEP GY. (1988): Talajkémia, Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 48-49., pp. 118-120.

GÁMA-GEO (2002): A Felsődobsza Községi Vízmű részletes hidrogeológiai védőidoma, szakvélemény, kézirat

GÁMA-GEO (2003): A Tiszadada Községi Vízmű előzetes hidrogeológiai védőidoma, szakvélemény, kézirat

GÁMA-GEO (2006): Egy olajipari vállalat hatvani üzemanyagtöltő állomása környezetében bekövetkezett talajvízszennyezés vizsgálata hidrodinamikai és transzportmodellezéssel, szakvélemény, kézirat

ISTOK, J. (1989): Groundwater Modeling by the Finite Element Method, American Geophysical Union, Water Resources Monograph Vol.13.

KINZELBACH, W. (1986): Groundwater Modelling (An Introduction with Sample Programs in BASIC), Elsevier

KOVÁCS B. (2004): Hidrodinamikai és transzportmodellezés I. (Processing MODFLOW környezetben), Miskolci Egyetem – Szegedi Tudományegyetem – GÁMA-GEO, p. 160., ISBN 963 661 637 X

Kovács B. - Szabó I. (1994): Kiegészítő szakvélemény a MOL Rt. egyik volt közbenső tárolótelepe talajvíz-szennyezésének kárelhárítási tervéhez, Szakvélemény, Kézirat

Kovács B. - Szabó I. (1995): Számítógépes szennyezőanyag-terjedési szimulációs modellvizsgálat egy iparvállalat zagytárolójának a résfalas határolásához, Szakvélemény, Kézirat

KOVÁCS B. – SZANYI J. (2005): Hidrodinamikai és transzportmodellezés II. (Processing MODFLOW és Surfer for Windows környezetben, Miskolci Egyetem – Szegedi Tudományegyetem – GÁMA-GEO, p. 224., ISBN 963 661 637 8

MÁRKOS G. (1987): A hidrogeokémiai rendszerek diffúziós folyamatai, 1.rész: Alapfogalmak és korszerű diffúzióelmélet, Hidrológiai Közlöny, 67. 5-6. pp.255-271.

SHAW, D.J. (1986): Bevezetés a kolloid és felületi kémiába, Műszaki Könyvkiadó, Budapest

VOGT, M. (1993): Einsatz eines 3D Grundwassermodels im Rahmen der Umweltvertäglichkeitsprüfung für die Sonderabfallverbrennungsanlage in Kehl, Mitteilungen Inst. für Bodenmechanik und Grundbau, (Hrsg.: SEMPRICH, S.), TU Graz, Mitteilungsheft 10, pp. 193-205.

7. Alkalmazások

7.1 Ipari és önkormányzati információs rendszerek

Napjaink erősen fejlődő informatikai rendszerei egyre nagyobb szerepet játszanak az emberek mindennapi életében. Ennek legnagyobb tömegekhez eljutó része az állami bürokrácia elektronikus alapokra történő helyezése. Ez egy részről – elméletileg – felgyorsítja és átláthatóvá teszi az ügyintézést, másrészt teljesen új értelmet hoz a klasszikusan kialakult képviseleti demokráciában. Jelenleg az e-kormányzati rendszerek világviszonylatban igen szélsőséges elterjedést mutatnak. Egyes országokban teljes körűen alkalmazzák már az elérhető technológiát, míg máshol még nem is tervezik bevezetését.

7.1.1 Az e-kormányzat

Meghatározás szerint az e-kormányzat célja a meglévő információs technológiák használatával biztosítani az információ szabad áramlását, átlépve a papír és egyéb fizikai adathordozók korlátait, biztosítva az állampolgárok számára a jogaik teljes körű gyakorlását a közügyek menetébe és lehetőséget teremtve személyes ügyeik nyomon követésére a bürokratikus eljárás során.

Napjainkban jellemzően a meghatározás első („papír mentes iroda”) és harmadik („e-ügyintézés”) pontja kerül előtérbe. A papír alapú iroda, ami a számítógép alapú, részben automatizált ügymenetet népszerű elnevezése, jelentősen átalakítja az állami szervezet működését. Míg az e-ügyintézés várhatóan jótékony hatással lesz a hivatali dolgozók teljesítményére, valamint az ügyintézés szervezettségére.

A másodikként meghatározott – jelenleg „végső” – cél, az állampolgárok napi szintű bevonása – legalább helyi szinten – a döntéshozásba. Ennek a célnak az elérése érdekében viszont már nem elég informatikai lépéseket tenni, hanem egy ország politikai kultúráját is meg kell újítani.

Milyen előnyei vannak az e-kormányzatnak?

Ahhoz, hogy egy e-kormányzati rendszert bevezessünk teljes körűen és teljes részletességgel át kell tekinteni az informatikai rendszerbe bevinni kívánt ügymeneteket. Ennek a munkának a során jellemzően az adminisztratív lépések egy részét illetve a logikátlanságok jelentős részét ki lehet szűrni a rendszerből, ami már önmagában is nagy előnyökkel jár.

Az interneten teljesen nyomon követhető, világosan megfogalmazott ügymenet jelentősen növeli az állampolgárok bizalmát az kormányzat és az állam irányába.

Egy jól felépített e-kormányzat segítségével jelentősen csökkenteni lehet a hivatalnokok számát, amivel együtt jár az állam működésének költsége is. Ez jelenleg számos országban napjaink egyik vezető témája.

Milyen formái vannak az e-kormányzásnak?

Az e-kormányzás négy fő felhasználási irányra összpontosít:

- Állampolgárok
- Üzleti élet
- Köztisztviselők
- Kormányügynökségek

Az e-kormányzásnak célja, hogy a fenti szereplők kapcsolata átlátható, hatékony, olcsó, felhasználóbarát és jól szabályozott legyen és a rendszeren keresztül a résztvevők, személyes találkozás és időbeni korlát nélkül intézhessék kölcsönös – elsősorban bürokratikus – ügyeiket. Ez által a számos kis helyi hivatal helyett, központosítva, egy helyen, nagy szakértelemmel végezzenek minden eljárást.

Milyen szolgáltatások végezhetőek az e-kormányzati rendszeren keresztül?

Négyféle e-kormányzási szolgáltatáscsoportot különböztetünk meg az e-kormányzási rendszeren keresztül:

- Kormányzat-Állampolgárok (Goverment-to-Citizen, G2C)
- Kormányzat-Üzleti élet (Goverment-to-Business, G2B)
- Kormányzat-Köztisztviselők (Goverment-to-Employee, G2E)
- Kormányzat-Kormányzat (Goverment-to-Goverment, G2G)

Kormányzat-Állampolgárok szolgáltatások

A G2C szolgáltatások elsősorban az információk széles körű és teljes értékű nyilvánosságra hozásában, okiratok kiváltásában és frissítésében, anyakönyvi igazolások kiállításában, adóbevallások kezelésében és egészségügyi szolgáltatások adminisztrációjában nyilvánulnak meg.

Kormányzat-Üzleti élet szolgáltatások

A G2B szolgáltatások jellemzően a kormányzat és az üzleti élet kapcsolatának könnyítését és átláthatóságát szolgálja. Legteljesebben kialakított formája a közbeszerzési rendszerek területén jelenik meg, de legtöbb országban – így hazáknban is – teljes körűen kiépítésre kerültek a titkosszolgálati igényeket kielégítő G2B szolgáltatások (telefonszolgáltatók, bankok, internet-szolgáltatók felé).

A G2B terület fontos kísérleti terepként is szolgál minden G2? típusú szolgáltatás kipróbálására, mivel az üzleti életben sokkal nagyobb fegyelem és könnyebben hozzáférhető szaktudással rendelkező kapcsolattartó is. Hazánkban is e szisztémát követve először az üzleti életben tették kötelezővé az elektronikus adóbevallást, majd fokozatosan egyre inkább bevezették (bevezetik) azt a G2C területen is. Ez által az átállást nehezebben viselő, az esetleg felmerülő problémákat sokkal rosszabbul tűrő állampolgárok felé már egy bejáratott, gyermekbetegségeit kinőtt rendszer kerül alkalmazásra.

A jól kialakított G2B rendszerek nagy mértékben segítik az üzleti élet fejlődést, különösen az adminisztráció által különösen terhelt kis- és közép-vállalkozásokat. Ilyen fejlesztés lesz például az állami és Európai Uniós pályázatok teljesen elektronikus ügyintézése, aminek hazai „színvonala" (8-10 hónap várakozás egy kormányzati aláírásra, 1-2 év alatt elbírált – de ennek ellenére negyed évente kért – részjelentések, stb.) jelenleg nemzetközi szinten mint a bürokrácia negatív iskolapéldája ismert.

Szintén fontos terület – a kicsit már az Üzleti élet-Üzleti élet (B2B) kapcsolatokba átnyúló – elektronikus piacterek megjelenése. Itt az eladók és a vevők könnyebb egymásra találása és a legjobb piaci ár kialakítása a cél. E szolgáltatás fenntartása, a tőzsdékhez hasonlóan, alapvető érdeke minden kormányzatnak. Hazánkban is a gazdasági élet számos területén találunk erre irányuló fejlesztéseket.

Az elektronikus piacterek környezetmérnöki szempontból legfontosabb típusa a hulladék-piactér, ahol a hazai gyártóknál hulladékként keletkező anyagok jelennek meg mennyiségi és hely megjelöléssel. Így azon cégek, akik másodnyersanyagként képesek felhasználni e melléktermékeket, azok gyorsan fel képesek mérni a rendelkezésre álló szabad kapacitásokat. Ez által jelentős mennyiségű hulladék nem a lerakás, hanem az újrahasznosítás útjára lép.

Kormányzat-Közhivatalnokok szolgáltatások

A G2E szolgáltatások célja, hogy a kormányzaton belüli információáramlást és felügyelhetőséget biztosítja. Működése nagy mértékben hasonlít egy vállalat irányítási rendszerhez, de itt a hangsúly a hitelesítésen és a titkosságon van. E rendszerekhez tartozik a napi szintű feladatok ellátásán túl a törvényi előírásoknak megfelelő rendszerességű képzése a közalkalmazottaknak.

Kormányzat-Kormányzat szolgáltatások

A G2G szolgáltatások kifejlesztését a többszintű államigazgatás tette szükségessé. A rendszerek fő feladata a felsőbb szintű kormányzati szervek (például minisztériumok) elektronikus kapcsolattartása a helyi vagy regionális szervekkel. Legjobban kiépült része e rendszernek a

statisztikai adatgyűjtés (például az egészségügy és a környezetvédelem terén). Erősen fejlődik a EU és a tagállamok kormányai közötti információátviteli rendszer is, de itt sajnos az e-kormányzással foglalkozó szakemberek soha nem tapasztalt szintű szervezetlenséget és az érintettek részéről történő nagyon jelentős ellenállást tapasztaltak.

E rendszerekhez sorolják a nagyhatalmak közötti zárt láncú információs csatornákat is (például a véletlen atomrakéta kilövés esetén használt vonalakat), de ezek fejlesztése és működési elve a katonai tudományok tárgykörébe tartozik.

Milyen felületeken érhető el az e-közigazgatás?

A legtöbb e-ökormányzati alkalmazás előtt az internet nyitotta meg az utat, de nem ez az egyettlen lehetőség a rendszer kiépítésére. Elsősorban a fejlődő, informatikai infrasturtúrával nem rendelkező országokban lehetőség van a már meglévő – jellemzően katonai célú – hálózatok igénybevételére. (Például a Fülüp-szigeteken az elektromos hálózatra interferált jellel juttatják el az információt az egyik intézményből a másikba.)

Mi a célja az e-közgiazgatásnak?

Az the Working Group on e-Government in the Developing (Jeffrey T.:“Research on Computers and Education:Past,Present and Future”; available from http://www.gatesfoundation.org/nr/dpwnloads/ed/evaluation/Computer_Research_Summary.pdf, 2002) öt – egymással egyenrangú – célját határozta meg az e-közigazgatásnak:

- Jobb üzleti környezetet teremteni
- Az ügyfelek idejéhez való alkalmazkodás
- Jobb közélet
- Hatékonyabb közélet
- Az állampolgárok életminőségének javítása

Jobb üzleti környezetet teremteni

A jól működő e-közigazgatási rendszer katalizátorként működik a gazdasági élet résztvevői között, különösen a vidéki és alulszervezett közösségek esetében. A szolgáltatások kiépítése segít üzlet-barát környezetet kiépíteni, javítani a kapcsolati hálózatokat és hatékonyabbá tenni az információáramlást a vállalkozások és a kormányzatok között. Ez utóbbi kiemelten igaz a kis- és közép vállalkozások esetében. A kiépítés során csökkenteni lehet a felesleges ismétlődéseket (például jelenleg minden egyes környezetvédelmi szakértői igazolvány megújításához be kell adni egy erkölcsi igazolványt, így ha egy szakértő négy területre rendelkezik engedéllyel, akkor

frissitésükkor négy darab erkölcsi bizonyítványt kell egyszerre benyujtania ugyan ahhoz az ügyintézőhöz). Ezen ismétlődések csökkentése jelentősen növeli a munka és az ügyintézés hatékonyságát is.

A jobb üzleti környezet megteremtésének pontos céljai erősen függnek az országok egyéni helyzetétől, iparának fejletségétől és a világban elfoglalt helyétől. Az e-piacterek létesítése – például a közbeszerzési eljárások esetére – nyitottabá és átlathatóbbá teszi a kereskedelmet, ami jelentős versenyt és ezáltal jobb árakat jelent.

Az ügyfelek idejéhez való alkalmazkodás

Az ügyfelek – elsősorban állampolgárok – jellemzően a közhivatalnokokkal megegyező időbeoosztásban dolgoznak. Ez egyben azt is jelenti, hogy az állampolgárok mindennapi hivatali ügyeiket csak munkaidejük megszakításával – általában szabadság kivételével – intézhetik. Ez nemcsak alkotmányos problémákat – mint például, hogy az állam a pihenésre fenntartott szabadság terhére kötelezi állampolgárait ügyintézésre – hanem jelentős feszültséget és gazdasági kárt is okoz, miközben kellemetlen képzeteket kapcsol az államról alkotott képhez.

Jobb közélet

Az átláthatóbb és számonkérhetőbb kormányzat az egyik legnagyobb vívmánya az e-közigazgatásnak. A megfelelően felépített rendszereken keresztül az állampolgároknak lehetőségük van áttekinteni az államháztartás és a helyi önkormányzatok működését, vezetését, döntési eljárásait. Ez jelentős mértékben növeli a bizalmat és csökkenti a korrupciót.

Természetesen az e-kormányzat is csak egy – igaz mai ismereteink szerint legjobb – eszköz a korrupció ellen, egyedül nem képes megállítani azt. Igazán hatékonnyá akkor tud válni, ha más hagyományos eszközökkel együtt alkalmazzák.

Az e-közigazgatás segít az információk gyors elosztásában is, ezért az állampolgárokban megerősíti az öntudatos „állampolgári” viselkedést, fontosság-érzetet. Ezzel korunk egyik nagy problémáját, a közvélemény politikától való elfordulását, is lehetséges mérsékelni – megfelelő technikával – megfordítani. Végeredményben egy tiszta, későbbiekben akár a képviseleti demokrácián túllépő, államot tudunk kiépíteni, amiben a fő hangsúly az állampolgáron van.

Hatékonyabb közélet

Az e-közigazgatási rendszer első lépése az érvényben lévő ügyviteli rend újraszervezése. E folyamat során a bürokratikus folyamatok legapróbb lépéseit is feltárva, rendszerezve teljesen

feltéképezésre kerül egy hivatal összes ügymenete és eljárása, ami segít a következő lépések megtételében:

- Javítani a közhivatalnokok hatékonyságát, csökkenteni a felesleges hivatalok számát és kevesebb lépésben megoldani a feladatokat. A folyamat végére jelentősen javul a hivatali munka tervezhetősége és a szervezési munkák hatékonysága (például egy építkezés engedélyezésekor jobb telekkönyvi adatokból pontosabb képet lehet kapni a lehetséges hatásokról). Az állampolgárok számára pedig gyorsabb, megbízhatóbb és kevésbé korrupt ügyintézést jelent.
- Közép- és hosszú távon csökkenteni a kiadásokat. Míg kezdetben a két rendszert (hagyományos és e-közigazgatást) egymást kell működtetni és ez rövid távon – akár jelentős – többletköltséggekkel jár, a hagyományos – papír alapú – rendszer megszűnése után jelentős költségcsökkenést hoz az átállás.
- Zökkenőmentessé tenni a kormányzati ügyeket. A legtöbb közigazgatási folyamat évek hosszú során át alakult ki, általában az éppen aktuális jogszabályokhoz történő kisebb-nagyobb kiigazítással. Ennek eredményeképpen bonyolult, számos ismétlődést tartalmazó ügymenet alakult ki. Ezek csökkentésével és egyszerűsítésével jelentős egyszerűsítés érhető el, ami zökkenőmentessé teheti az ügymeneteket.

Az állampolgárok életminőségének javítása

Az e-közigazgatási rendszerek lehetővé teszik, hogy a kormányzat elérje a perifériára szorult csoportokat és közösségeket, javítva azok életminőségét és életkilátásait. Ezt elsősoorban a politikai és egyéb közéletben való aktívabb részvétellel és a közösségi javakhoz és kultúrákhoz történő jobb hozzáféréssel lehet elérni.

A végső elérendő cél, ami egy e-kormányzati rendszer elérhet, hogy a társadalom három fő résztvevője – az állampolgárok, a kormányzat és az üzleti élet szereplői – között harmónikus, gördülékeny információáramlás alakuljon ki.

7.1.2 Esettanulmány egy e-közigazgatási, térinformatikai rendszer létrehozására

Célok, célkitűzések

A projekt célja egy olyan, WEB-en keresztül elérhető, információs rendszer kifejlesztése, amely alkalmas környezeti állapotjellemzők (levegő, zaj, víz, talaj) elemeinél mért adatok fogadására, az adatok feldolgozására (átlagképzés, határérték), majd a mért vagy számított adatok térinformatikai, grafikus és táblázatos megjelenítésére, valamint egyéb környezeti infrastruktúrával (pl. hulladékkezelés) és környezeti rendezvényekkel kapcsolatos információk nyújtására.

A kifejlesztett információs rendszer olyan eszköz lehet az önkormányzatok kezében, amely az adott település, vagy egyéb közigazgatási terület aktuális környezeti állapotáról ad tájékoztató adatokat a lakosság részére. Ezeket az adatokat egy nagy adatbázisban tárolja, ezzel egy kompetencia központot kialakítva a Pannon Egyetemen.

A kifejlesztendő rendszernek a következő követelményeknek kell eleget tennie:

- egy kész portálstruktúrába – egy hivatkozás segítségével – beilleszthető legyen
- a mérési adatok tárolására bármely adatbáziskezelő rendszer megfelelő legyen
- a használt adatstruktúra funkcionálisan bővíthető legyen, esetleges új mérési-modulok hozzáadását támogassa
- a térképmodulnak, a mérési moduloknak megfelelően bővíthetőnek kell lennie

Célkitűzések

A rendszernek az alábbi célkitűzéseket kell megvalósítania.

Célkitűzés	Teljesítmény-mutató
Eladható legyen a termék ill. a szolgáltatás.	Eladások darabszáma Eladások és ajánlatok (megkeresések) aránya
Az információs rendszer legyen vonzó a Felhasználók számára	Látogatások száma Látogatások átlagos időtartama Látogatások összes időtartama
Aktuális (naprakész, lehetőleg online) adatokat kell szolgáltatni	Havonta mért és bevitt új mérési adatok száma környezeti jellemzőnként Mérés és a rendszerbeli megjelenés közti idő
Új környezeti jellemzőkkel könnyen lehessen bővíteni	Évente kialakított új környezeti jellemzők száma

Környezeti informatikai rendszer

A kifejlesztendő rendszer egy teljes web-szolgáltatás, amely megrendelőnként egyénileg paraméterezhető, így csak az igényeknek megfelelő adatokat közli.

A rendszerrel szemben támasztott követelmények

Üzleti követelmények

A következő környezeti állapotjellemzők adatait kell kezelni: levegő, zaj, felszíni vizek, felszín alatti vizek, talaj. A konkrét jellemzők meghatározása a projekt tervezése során történik.

Átlagokat kell képezni egyes adatoknál. A konkrét adatkört és az átlagképzési algoritmusokat a projekt tervezési fázisában kell meghatározni. Határértékeket kell figyelni egyes adatoknál. A konkrét adatkört és a határértékek számítását a projekt tervezési fázisában kell meghatározni.

Az adatoknál meg kell különböztetni fixpontos és útvonal-mérést. A fixpontos mérésekkel kiválthatóak a Környezetvédelmi Felügyelőség által végzett konténeres mérések olyan helyeken is, ahol nem áll rendelkezésre a méréshez megfelelően kialakított infrastruktúra, az útvonal mérések segítségével pedig, lehetővé válik előre meghatározott útvonal menti paraméterek mintavételezése és elemzése is.

Mobil (útvonal) mérés esetén az útvonalat nem kell megjeleníteni, a mérési gyakoriság (8 mp) biztosítja a mérőautó útvonalának követhetőségét.

Felhasználási követelmények

A felhasználók a megrendelők honlapján keresztül érhetik el a rendszert. Az alkalmazás URL-je egyértelműen azonosítja a megrendelőt (adatgazdát), a felhasználónak további azonosítót nem kell megadnia. Minden felhasználó csak azokat az adatokat jelenítheti meg, amelyek ahhoz az adatgazdához tartoznak, ahonnan bejelentkezett.

A felhasználó a honlapon navigálhat menürendszerben és térképen keresztül. Az adatok megjelenítése térinformatikai, egyedi, táblázatos és grafikus formában történik. A paraméterek megadásához választólistát kell adni. A választható paraméterek között csak azok jelenjenek meg, ahol van adat.

Üzemeltetési követelmények

Új mérési adatokat XML interfészen keresztül kell betölteni a rendszerbe. Az XML fájlt rendszerparaméterben megadott könyvtárba kell helyezni és innen a rendszer automatikusan betölti az adatokat az adatbázisba. A rendszernek folyamatos üzemben kell működnie. A rendszerleállások ne legyenek hosszabbak munkanapokon 2 óránál. Munkaszüneti napokon bekövetkezett rendszerleállást a rákövetkező első munkanapon 10 óráig meg kell szüntetni.

Az adatbázisról naponta inkrementális, hetente teljes mentést kell készíteni. A rendszergazdai feladatok elvégzéséhez nem kell adminisztrációs felületet készíteni, a beállításokat külön fájlokban és SQL parancsokon keresztül kell elvégezni.

Rendszerkövetelmények

WEB-es rendszert kell kialakítani, a felhasználói oldalon csak böngésző kell. A rendszert egy központi szerverre kell telepíteni. Ahol erre lehetőség van, ott nyílt (open source) szoftvereket kell használni. A rendszer más, meglevő portálokba egy hivatkozáson (URL) keresztül beilleszthető legyen. Az adatstruktúra funkcionálisan bővíthető legyen, és támogassa a rendszer új mérési modulokkal történő bővítését.

A felhasználás elemzése

Ebben a fejezetben a rendszer használatával, üzemeltetésével kapcsolatban szóba jöhető felhasználói csoportokat soroljuk fel. A számbavétel célja, hogy segítséget adjon a rendszerrel szemben támasztott követelmények meghatározásához. Ennek érdekében leírjuk a felhasználónak a rendszerrel kapcsolatban végzett tevékenységét és azt, hogy mit vár el a rendszertől.

A megjelenítés szempontjából tekintve a rendszernek képesnek kell lennie megkülönböztetni a felhasználókat. A közigazgatási portálon szerepkörök vannak definiálva. A beléptetés után a szerepkör egyértelmű és állandó. A térképen végrehajtható lekérdezések részletességét a portáltól paraméterként kapott szerepkör befolyásolja. Ezeknek a szerepkörök a következők lehetnek:

- Nem azonosított felhasználó (nagy/kicsi, határérték alatti/fölötti – nem kap pontos információt)
- Mérési eredményeket is láthatja

Az azonosítást az oldalon a portáltól a szerepkör és a megrendelő azonosítójának átvételével történik. Ezáltal a webszolgáltatás tudja azt, hogy milyen részletességű lekérdezések a megengedettek és hogy melyik adattulajdonos adatait kell megjeleníteni.

Felhasználói profilok

A rendszerrel szemben támasztott követelmények meghatározásánál az alábbi csoportok (érdekeltek és felhasználók) igényeit kell figyelembe venni:

- megrendelők, vagy más néven adattulajdonosok (települések, kistérségek, megyék, régiók)
- felhasználók
- WEB-es szolgáltató (üzemeltető)
- rendszergazda
- adatbázis adminisztrátor
- mérést végző személyek
- kereskedők

Megrendelők

1-1. Tevékenység:

- A megrendelővel egy komplett szolgáltatásra kötünk szerződést, amely alapján adatokat biztosít a KOMO rendszer számára, és használati jogot szerez a rendszer WEB-en keresztüli elérésére.
- A saját honlapján link-et helyezhet el, amelyen keresztül a felhasználók bejelentkezhetnek a KOMO rendszerbe.
- A szerződésben a megrendelő az adatok előállítására (mérésre) is megbízást adhat.

1-2. Elvárás:

- A település ill. a település-csoport környezeti információkat, környezeti elemek jellemzőinek aktuális és historikus adatait tudja publikálni a felhasználók felé vonzó, közérthető, könnyen kezelhető formában egy internetes felületen.

Felhasználók

1-3. Tevékenység:

- A felhasználók a megrendelők honlapjáról érhetik el a KOMO rendszert, az azon elhelyezett link segítségével. A bejelentkezés után megnézhetik a megrendelő által biztosított adatokat térinformatikai, grafikus vagy táblázatos formában.

1-4. Elvárás:

- Vonzó, közérthető, könnyen kezelhető formában egy internetes felületen tájékozódhat lakókörnyezetének állapotáról, a környezettel kapcsolatos rendezvényekről.

WEB-es szolgáltató (üzemeltető)

1-5. Tevékenység:

- Az üzemeltetőnek kell biztosítania a KOMO rendszer folyamatos működőképességét és WEB-ről történő elérhetőségét.
- Neki kell gondoskodnia a szokásos rendszergazdai feladatok (mentés, adminisztráció) elvégzéséről.

1-6. Elvárás:

- A rendszer hardver és szoftver igénye ne járjon indokolatlanul nagy beruházással és üzemeltetési költséggel. Az üzemeltetéshez szükséges szaktudás meglevő, vagy könnyen megszerezhető legyen.

Rendszergazda

1-7. Tevékenység:

- A rendszer adminisztrációs feladatait látja el.
- Kialakítja a megrendelésnek megfelelő menüstruktúrát, betölti és karbantartja a környezeti információkat, a térképi és térinformatikai adatokat, beállítja a mérésekhez és a számításokhoz szükséges paramétereket, betölti az adatgazda által szolgáltatott környezeti adatokat, az adatbázisból fájlba exportálja a törzsadatokat és a mérési adatokat, statisztikákat készít.

1-8. Elvárás:

- Legyen egy adminisztrációs program a feladatok végrehajtásának támogatására.

Adatbázis adminisztrátor

1-9. Tevékenység:

- Az adatbázis karbantartásával kapcsolatos feladatok végzése, adatbázis hangolás, adatbázis mentés, archiválás.

1-10. Elvárás:

- Az adatbázis karbantartása az adatbázis-kezelő rendszerhez, valamint az operációs rendszerhez adott szoftverekkel elvégezhető legyen.

Mérést végző személyek

1-11. Tevékenység:

- A mérést végző személyek a megrendelővel kötött szerződés alapján méréseket végeznek a megrendelő által meghatározott mérési pontokon (esetleg laborban), az adatokat ellenőrzik, majd előállítják a betöltendő adatokat a KOMO rendszer által megkívánt formában.

Kereskedők

Megjegyzés: A kereskedők közvetlenül nem felhasználói a rendszernek, de mivel a cél a szolgáltatás értékesítése, ezért véleményüket, javaslataikat figyelembe kell venni.

1-12. Tevékenység:

- A rendszer használati jogát és a hozzátartozó szolgáltatásokat adják el a megrendelők részére.

1-13. Elvárás:

- A megrendelő igényei szerint testreszabható, a fizetőképességet figyelembe vevő rendszer és szolgáltatás csomag.

A felhasználói környezet

A rendszer egy központi helyen kerül kialakításra, amelyet a felhasználók csak a szolgáltatást megrendelő, és az adatokat biztosító adattulajdonos által meghatározott honlapokról tudják elérni, az ott elhelyezett link-en keresztül. Ennek segítségével azt is biztosítani kell, hogy a felhasználók csak az adott megrendelő adatait láthassák.

Miután a felhasználói kör nem határozható meg, illetve rendkívül heterogén, ezért a vonzó felület, az egyszerű kezelhetőség, a közérthetőség alapvető fontosságú. Az alkalmazás új szerveren kerül kialakításra, ezért az operációs rendszerre és egyéb komponensre vonatkozóan nincsenek megkötések. Más, használatban levő vagy új alkalmazásokat nem kell integrálni. A KOMO rendszert linkeken keresztül elérhetővé kell tenni a megrendelő által meghatározott honlap(ok)ról.

Használati forgatókönyvek

A rendszerben az alábbi fő használati eseteket kell megvalósítani:

- Megrendelő felvétele a rendszerbe
- A megrendelői igényeknek megfelelő rendszer kialakítása
- Szolgáltatás jóváhagyása
- Belépés a rendszerbe, adattulajdonos azonosítása
- Információcsoport kiválasztása
- Információcsoporthoz tartozó általános jellemzés kiválasztása
- Környezeti elemekkel kapcsolatos információk és adatok megjelenítése
- Környezeti infrastruktúrával kapcsolatos információk és adatok megjelenítése
- Környezeti rendezvényekkel kapcsolatos információk és adatok megjelenítése
- Környezeti állapotjellemzők mérése
- Mért állapotjellemzők betöltése a rendszerbe
- Szolgáltatás megszüntetése
- Törzsadatok exportja
- Adatok exportja
- A kezelt környezeti jellemzők struktúrájának karbantartása
- Mérőeszközök karbantartása
- Mérések karbantartása
- Térképek és térinformatikai adatok karbantartása
- Számítások (összegzés, átlagképzés, határértékek kezelése)
- Statisztikák készítése, megjelenítése
- Megrendelő alapadatainak karbantartása
- Mért és számított adatok karbantartása

Megrendelő felvétele a rendszerbe

A megrendelő felvételét a megrendelést igazoló dokumentáció alapján a szolgáltatás rendszergazdája végezheti el. Először a megrendelő alapadatait kell felvinni, majd ki kell alakítani a kért szolgáltatást biztosító rendszert.

A WEB-alkalmazás telepítésével és megfelelő parametrizálásával lesz a rendszer elérhető a WEB-en keresztül a látogatók számára. Az adatbázisba a térinformatikai adatok betöltésén kívüli adatok az adminisztrációs felülettel betölthetők. Ez nagyobb mennyiségű betöltendő adat esetén SQL szkriptekkel az adatbázis-szerkezet ismeretében is elvégezhető. Van néhány olyan adat (összegzési időszak, összegzési értéktípus), ami csak SQL szkript segítségével manipulálható. A WEB-alkalmazás által megjelenített statikus vagy esetleg dinamikus tartalom nem képezi részét az adatbázisnak, az a szerver fájlrendszerében helyezkedik el.

A megrendelői igényeknek megfelelő rendszer kialakítása

A szerződéskötés során meg kell állapodni, hogy a megrendelő milyen környezeti jellemzőket, információkat kíván megjeleníteni, milyen adatokat biztosít. Ennek alapján a rendszergazda egy adminisztrációs program segítségével testreszabja a rendszert a megrendelő igényeinek megfelelően.

A rendszerben a megrendelőhöz tartozó menüstruktúrát a rendszergazda úgy alakítja ki, hogy csak a megrendelt környezeti jellemzők és információk jelenjenek meg a menüben. A rendszergazda tölti be a rendszerbe a megrendelésben rögzített térképszelvényeket, rétegeket (fedvényeket) és térinformatikai adatokat. A megrendelő által átadott információs anyagokat (fájlokat) és adatokat (mért vagy számított) is be kell tölteni a rendszerbe.

Szolgáltatás jóváhagyása

A megrendelésnek megfelelően kialakított rendszert be kell mutatni a megrendelőnek. A megrendelő általi jóváhagyás után engedélyezhető a WEB-es publikálás, amely után a felhasználók WEB-en keresztül elérhetik a rendszert.

Belépés a rendszerbe, adattulajdonos azonosítása

A szolgáltatás megrendelőjének azonosítása a WEB-alkalmazás konfigurálásával történik. Jelenleg csak egy szerepkörben lehetséges az alkalmazáshasználata, ezért a felhasználó azonosítására nincsen szükség.

Információ csoport kiválasztása

Az információs rendszerben lekérdezhető információkat 3 fő csoportba soroljuk. A felhasználónak a környezeti elemek, környezeti infrastruktúra és környezetvédelmi rendezvények információcsoportok közül van lehetősége kiválasztani, hogy mely területről kíván részletesebb információkhoz jutni.

Információcsoporthoz tartozó általános jellemzés kiválasztása

A környezeti elemek információs csoportot választva az alcsoportokból választható, mely környezeti elem adatainak megjelenítését kérjük. A környezeti infrastruktúra esetében egyes komponensekről alcsoportokon keresztül, más komponensekről direkt elérés útján szerezhető információ. A környezetvédelmi rendezvényeket megjelenítő információk minden esetben direkt módon, további alcsoportok beiktatása nélkül elérhetőek.

Környezeti elemekkel kapcsolatos információk és adatok megjelenítése

A környezeti elemek esetében lehetőség nyílik a levegő-, víz-, talaj- és pollenszennyezettségi, valamint a meteorológiai és zaj adatok térképi és táblázatos megjelenítésére hely, idő és mérési pont szerinti szűrésben, valamint statisztikák készítésére, illetve a felsoroltakkal kapcsolatos általános ismertetők megjelenítésére.

Környezeti infrastruktúrával kapcsolatos információk és adatok megjelenítése

Környezeti infrastruktúra megjelenítésekor lehetőség nyílik a megrendelő területén kialakított környezetvédelemmel kapcsolatba hozható beruházások, természetvédelmi és egyéb zöld területek, valamint emberi tevékenység nyomán kialakult sérült területek képi és térképi megjelenítésére.

Környezeti rendezvényekkel kapcsolatos információk és adatok megjelenítése

Lehetőség nyílik a környezetvédelmi rendezvények megrendezésük helye szerinti térképi megjelenítésére, illetve egy-egy kiválasztott rendezvény szervezőinek, jellegének szöveges bemutatására.

Környezeti állapotjellemzők mérése

Az állapotjellemzőket előzetes megbízás alapján, igény szerint, megfelelő műszerek segítségével mérjük, ha a mérés elvégzéséhez nincsenek meg a feltételek, akkor annak elvégzését kiadjuk külső cégnek. A mérések mobil és labor eszközökkel történnek, ezért nem beszélünk folyamatos hosszúidejű mérésekről (havi, éves), a hangsúlyt az órás illetve a napi mérésekre helyezzük, melyek esetében több mérési metodikát választhatunk.

Az általánosan elfogadott és a környezetvédelmi felügyelőségek által is alkalmazott gyakorlat szerint a levegőszennyezési paraméterek monitoringja folyamatos mérésen alapul, miszerint egy kiválasztott ponton napi 24 órán keresztül akár több hónapig is adatot gyűjtenek.

Ezt a gyakorlatot saját erőforrásból egyenlőre nem tudjuk megvalósítani, ezért a saját erőből történő (nem vásárolt) adatgyűjtést a következő formákban tartjuk kivitelezhetőnek, esetleg csomagokba építhetőnek.

Egy mérési ponton történő adatgyűjtés több napon keresztül. Ebben az esetben elképzelhetőnek tartok csökkentett időtartamú, akár napi 8-10 órai adatgyűjtést is.

Egy mérési ponton történő adatgyűjtés minden hét ugyanazon napján. Ez a gyakorlat nem valósítható meg olyan esetekben, ahol a mérési pontok száma meghaladja a 7-et, vagy a ciklus

számát nem a héthez kötve kell megállapítani, de ebben az esetben mivel nem a hét azonos napjain mérünk egy helyen, a települési és az ipari tevékenységek pedig sok esetben kötődhetnek a hét bizonyos napjaihoz (szemétszállítás, áruszállítás, karbantartási napok stb.), az eredmények összevetése fals információkhoz vezethet.

Másrészt jelentős előnyökkel is bírhat abban a tekintetben, hogy a periódus 7. ciklusában akár teljes heti keresztmetszethez juthatunk egy mérési pont levegő-szennyezettségi mutatóinak vonatkozásában.

Egy adott mérési ponton történő adatgyűjtés a hét minden napján ugyanazon időintervallumban (pl. 12-14 órák között). Ebben az esetben naponta akár több (max. 3-4) mérési pontból is lehet egy nap alatt adatot gyűjteni, de a mérési pontok és időpontok kiválasztásakor különösen nagy figyelemmel kell lenni az adott pont forgalomból és ipari tevékenységből származó esetleges szennyezettségére, a szennyezési görbe időbeni lefutására.

A mobil eszközöket az adatgyűjtő állomás vezérli. Ez az állomás egy saját formátumú adatfájlt előállít elő. Maga a mérés, illetve annak támogatása nem tartozik a rendszer feladatai közé.

Mért állapotjellemzők betöltése a rendszerbe

A rendszerbe a mért adatokat csak az általunk definiált XML felületen keresztül lehet betölteni. A különböző formátumú adatfájlok átkonvertálása az elvárt XML formátumra nem része a rendszernek, ez az adattulajdonos feladata (amivel megbízhatja a mérést végzőt). A betöltés a rendszergazda feladata, amelyet az adminisztrációs program segítségével tud elvégezni.

Automatikus adatbetöltésre nem kell felkészíteni a rendszert, de úgy kell kialakítani, hogy a későbbiekben egy ilyen funkcióval könnyen, az eredeti rendszer módosítása nélkül, bővíthető legyen. A mérési adatok mindig egy méréshez tartoznak, ezért először a mérés alapadatait (mérésazonosító, mérőeszköz, időpont) kell rögzíteni, célszerűen még a mérés előtt.

Más forrásból származó adatok betöltése esetén egy „fiktív” mérést kell megadni. A mérési adatok betöltésekor a program az XML fájlt formailag és tartalmilag is ellenőrzi, és ha minden rendben, akkor beírja az adatokat az adatbázisba. Hibát tartalmazó XML fájl esetén hibalista készül, és semmilyen adat nem kerül betöltésre. A tartalmi ellenőrzés a mérésre vonatkozó paraméterek és a mért jellemzők ellenőrzésére vonatkozik és nem a mért adatok ellenőrzésére (pl. hihetőség).

Szolgáltatás megszüntetése

A szolgáltatás megszűnik a szerződés lejártakor, a szerződés felmondása esetén. A szolgáltatás megszűnésekor a rendszergazda a megrendelő paraméterei között feljegyzi, hogy a szolgáltatás

megszűnt, de az adatokat nem törli. A felhasználók ettől kezdve a megrendelő azonosítójával nem léphetnek be a rendszerbe.

Törzsadatok exportja

A rendszergazda az adatbázisból egy XML fájlba exportálhatja a mérésekkel kapcsolatos törzsadatokat, hogy ennek segítségével az adattulajdonos elő tudja állítani a mérési adatokat tartalmazó XML fájlt. Ilyen törzsadatok a környezeti jellemzők, a mérőeszközök paraméterei. Az exportfájl megrendelőhöz juttatása nem része a rendszernek.

Adatok exportja

Az adminisztrációs program segítségével az adatbázisból XML fájlba lehet exportálni egy adott adatgazdához tartozó mért adatokat. Az adatok szűrésére nincs lehetőség, az összes mért adat kiírásra kerül leíróadatokkal (hely, időpont) együtt. A számított adatok exportjára a rendszerben nem készül funkció. (Természetesen SQL parancsokkal vagy közvetlen adatbázis kapcsolaton keresztül az adatok kinyerhetők).

A kezelt környezeti jellemzők struktúrájának karbantartása

A rendszergazda az adminisztrációs program segítségével tartja karban a rendszer által kezelt környezeti jellemzőket, azok paramétereit.

Mérőeszközök karbantartása

A mérőeszközökkel kapcsolatosan mérőeszköz csoportokat kell csak nyilvántartani, magukat az eszközöket nem. A mérőeszköz-csoportok különböző típusúak lehetnek, pl. a mérőkocsi is egy mérőeszköz-csoport. A mérőeszköz-csoport összefogó leírója lehet egy mérésnek, és így a mérés során mért adatoknak is, más felhasználása jelenleg nincsen. A rendszer lehetőséget biztosít a mérőeszköz-csoportok létrehozására, karbantartására az adminisztrációs felületen keresztül.

Mérések karbantartása

A környezeti monitoring rendszerbe beérkező adatok nem egyszerűen betöltődnek az adatbázisba, hanem rendszerezve kerülnek a helyükre, és bizonyos utófeldolgozásokra is sor kerülhet. Ilyen folyamatok például a koordináta hozzárendelése fix ponthoz, átlagolt értékek létrehozása. Ahhoz, hogy ezeket a feladatokat el tudjuk végezni, szükség van az ezeket a műveleteket vezérlő adatok meghatározására.

A mérés folyamán adott helyhez és időponthoz tartozó mérési adatok kerülnek a rendszerbe. Megadhatók olyan földrajzi helyek (nevesített fix pontok) és minden ponthoz egy távolság, amely alapján a pontok köré írt adott sugarú körbe eső mérési adatok a fix ponthoz rendelődnek úgy, mintha azon a helyen mérték volna őket. Ez az ún. koordináta egységesítés meghatározott sorrendben használja fel a megadott fix mérési pontokat.

A mérés hozzárendelhető egy mérőeszköz-csoporthoz, ami a mérési adatok rendszerezésére szolgál. A mérés „definiálás alatt", „aktív" és „lezárt" állapotban lehet. „Definiálás alatt" még nem lehet, „aktív" állapotában lehet, „lezárt" állapotban pedig már nem tud mérési adatokat fogadni a rendszer. A méréshez megadható egy összegző algoritmus is, amely definiálja, hogy a mért adatokkal milyen összegző műveleteket kell elvégezni. Az összegző műveleteket a mérés lezárásával kezdeményezheti a rendszergazda, amely után a méréshez kapcsolódó adatot már nem lehet a rendszerbe betölteni.

A rendszer a mérések valamint a kapcsolódó fix mérési pontok és összegző algoritmusok hozzárendelésének karbantartását biztosítja. Lehetőség van a mérés indítására és lezárására. Mindezt az adminisztrációs felületen keresztül.

Térképek és térinformatikai adatok karbantartása

A rendszer WEB-alkalmazása képes térképek megjelenítésére és a mért adatok azon történő megjelenítésére. A térképek megjelenítéséhez szükséges adatokat az adatbázisban és a fájlrendszerben kell eltárolni. Azt, hogy a térkép összetevői (fedvények) hogyan állnak össze, az adatbázisban kell eltárolni. A térkép összetevőket leíró adatokat az adminisztrációs felület segítségével lehet karbantartani.

Számítások (összegzés, átlagképzés, határértékek) kezelése.

A rendszerbe mérési adatok kerülnek be, ezeket kell tudni átlagolni vagy összegezni egy nagyobb időszakra. Az összegző algoritmus határozza meg, hogy a mért vagy a már összesített adatokból milyen módon kell összesítést végezni, azaz összesített adatokat származtatni. Az összegzési algoritmus összegző lépésekből áll. A lépések során egyre növekvő intervallumszélességre összegezhetőek, átlagolhatók az adatok. Az összegzési lépésnél megadandó, hogy milyen intervallumról milyen intervallumra akarjuk az összegzést elvégezni, és megadandó az az érték is, amely alapján eldönthető, hogy az átlagolás elvégezhető-e. Előírhatjuk, hogy az átlagolást csak akkor lehet elvégezni, ha az adott intervallumban az adatok lefedettsége megadott százalékos aránynál nagyobb.

A megjeleníthető mennyiségekhez határértékeket vagy értéksávokat rendelhetünk. A határértékeket adatgazdánként lehet definiálni adott időintervallumra, alap mérhető mennyiségre és értéktípusra.

Ez utóbbi három attribútum ún. határérték csoportot alkot. Az értéksávok folytonosak, mínusz végtelentől plusz végtelenig fedhetnek le folytonosan egy tetszőleges értékintervallumot. A határérték sávok leírói alapján a WEB-alkalmazás szövegesen tudja jellemezni az adott megjelenítendő értéket (pl. jó, rossz, stb.) Ahhoz, hogy a megjelenítendő adatot határértékhez lehessen rendelni, legalább egy értéksávval kell, hogy rendelkezzen. Az összegzések és a megjeleníthető adatok határérték-sávhoz rendelése a mérés lezárását vagy az adatok betöltését követően vagy a határérték-táblázat változásakor történnek. Az összegző algoritmusok és határérték-táblázatok karbantartására az adminisztrációs felületen keresztül van lehetőség.

Statisztikák készítése, megjelenítése

A rendszerben nincs külön statisztika készítésére lehetőség. Amire lehetőség van, azok a már említett számítások (átlag, határérték), valamint az adatok megjelenítésekor a minimum és a maximum értékek kiírása.

Megrendelő alapadatainak karbantartása

A megrendelő attribútumait a rendszergazda módosíthatja, illetve adatait logikailag törölheti, amennyiben erre van szükség. Ezt a szolgáltatás esetleges megszüntetése vonja maga után. Ekkor a megrendelő törölt státuszba kerül, és a szolgáltatás megszűnik, de a hozzá tartozó mért adatok kutatási célokra a továbbiakban felhasználhatók.
Mért és számított adatok karbantartása

A rendszerben csak a rendszergazda módosíthatja és törölheti a mért vagy számított adatokat.

Szükséges eszközök

Feltételezések

A projektben a rendszer kialakításával, kifejlesztésével és üzemeltetésével kapcsolatban az alábbi feltételezésekkel éltünk:

- Induláskor elegendő adat áll majd rendelkezésre, amelyekkel be lehet mutatni a rendszer használhatóságát.
- Feltételezzük, hogy az igényelt mérésekhez elegendő szakember lesz.
- A szolgáltatáshoz (mérésekhez) szükséges mérőeszközök időben rendelkezésre fognak állni.
- Az indulás évében és az azt követő évben a megrendelők (adattulajdonosok) száma 5 körül lesz, de nem fogja meghaladni a 10-et.
- A későbbi években a megrendelők száma évente kb. 5-el fog nőni.
- Induláskor és az azt követő évben az egyidejű felhasználók száma nem fogja meghaladni a 10-et, utána pedig évi 5-el nő.

- A mérési adatok száma:
    - Levegő (max. 15 paraméter),
    - zaj (1),
    - meteorológia (8) adatok mérőkocsival történő, perc gyakoriságú (mérőkocsival történő mérés esetén elvileg a 8 mp-es mérési gyakoriság is elérhető bizonyos jellemzőknél, de gyakorlatilag az 1 perces gyakoriság is erős becslést jelent.), 24 órás mérése esetén óránként 24*60=1 440, naponta 24*60*24=34 560 mért adat keletkezik.
    - A talaj (20),
    - víz (20) és
    - pollen (20) adatok mérése laborban történik,
    - így maximum napi 1 mérést feltételezve, 60 mért adat lehet naponta. Összességében a mért adatok mennyiségére vonatkozó felső becslés napi 35 ezer, havi 100 ezer, évi 1,2 millió adat. A gyakorlatban valószínűleg ennek a mennyiségnek maximum a harmadára érdemes felkészülni.
- A megrendelők régebbi adatokat nem tudnak adni, vagy csak olyan elenyésző számban, hogy emiatt ezek számával nem érdemes foglalkozni.

Korlátok, megszorítások

Az önkormányzatok és az önkormányzati szövetségek költségvetésének szűkössége miatt olyan megoldást kell választani, amivel a szolgáltatási díjat alacsonyan lehet tartani. Ennek megfelelően, elsősorban a szabad (open-source) szoftverek használata ajánlott.
A fentebb ismertetett szempontok miatt a mérésekhez szükséges eszközök és eljárások vonatkozásában is elsősorban az alacsonyabb árfekvésűek jöhetnek számításba.

Szoftver

A webes szolgáltatás kidolgozása szabad (OpenSource – http://www.opensource.org) szoftverek felhasználásával történik. Ezek a következők:

- MapServer (http://mapserver.gis.umn.edu/)
- MS4W alkalmazáscsomag ()
- PHP/MapScript (http://mapserver.gis.umn.edu/doc44/php-mapscript-class-guide.html)
- Apache (http://www.apache.org/)

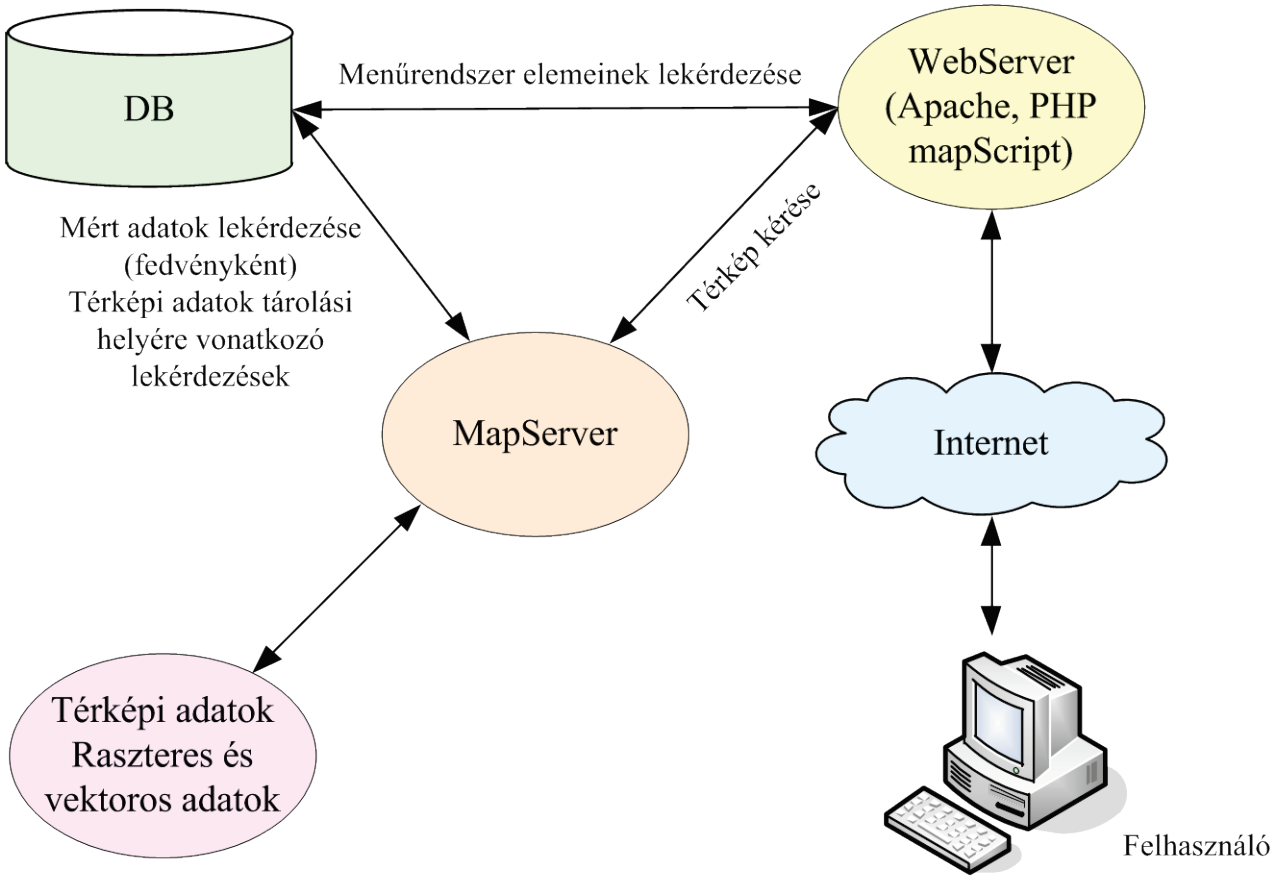
Hardver

A rendszer telepítésének egyszerűsége érdekében egy külön webszerver alkalmazását javasoljuk. Így a telepítés egy könyvtár átmásolásával megoldható. Ha viszont már más web-szolgáltatást is nyújtó gépre kell telepíteni át kell konfigurálni a webszervert.

Kommunikáció a rendszerben

Adatszolgáltatói oldalon

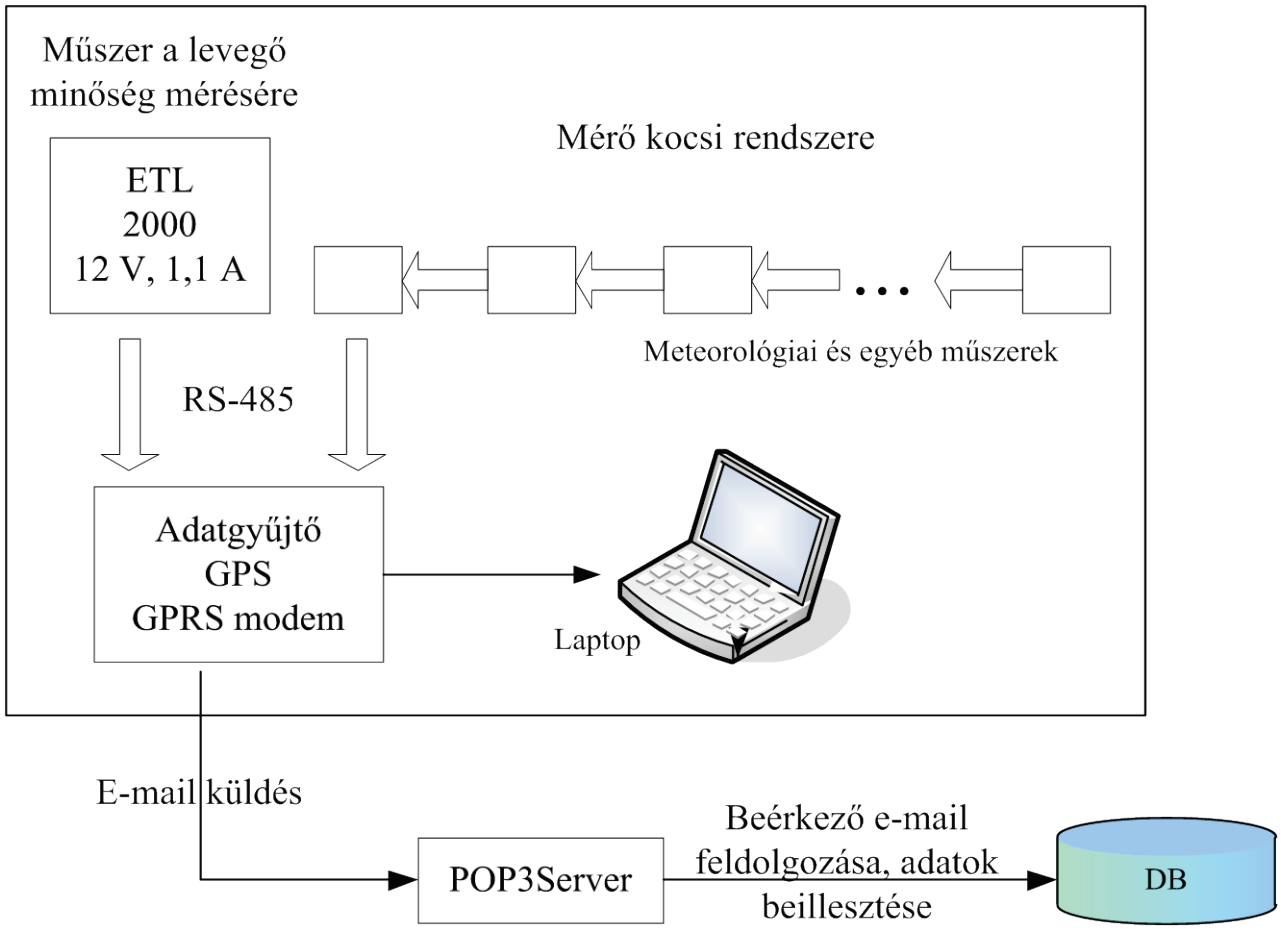
A rendszer egy nagy adatbázisból szolgálja ki az érkező kéréseket, amely az egyetemen kerül beüzemelésre. A felhasznált alkalmazások az alábbi módon kommunikálnak:



7.1.2-1. ábra E-önkormányzat GIS-nek felépítése

Adatnyerési oldalon

A mérőkocsi műszereinek egy lehetséges konfigurációja látható az alábbi ábrán:



7.1.2-2. ábra Mérőrendszer adatkapcsolati példája

A kifejlesztendő rendszernek alkalmasnak kell lennie több mérőkocsiból érkező jelnek a kezelésére is, így lehetővé válik ezeknek a járműveknek különböző konfigurációval való felszerelése is. Az egyetlen követelmény, hogy adatbázis oldalon a beérkező adatok feldolgozását és beillesztését megoldjuk. Ennek fényében a költségek figyelembevételével lehetővé válik, csupán tájékoztató jellegű adatok szolgáltatása is (nem akkreditált mérőkocsival), ugyanakkor a lehetőség adott akkreditált mérőkocsi használatára is. Fel kell készülni egy olyan szabványos adatbetöltési felülettel, melynek segítségével nem mérőkocsival végzett adatok is betölthetőek a rendszerbe (pl. Környezetvédelmi Felügyelőségtől származó).

Adatcsomagok formátuma mérőkocsis mérés esetén

Az adatgyűtőből érkező adatcsomagok olyan elektronikus levél formájában érkeznek előre meghatározott időközönként, amelyekben az egyes adatsorok előtt a mérések helyére és beazonosítására szolgáló információk is vannak.
A pontos formátum a mérőeszközök számától függő.

Adatcsomagok formátuma külső adat importálása esetén

Az állomány pontos formátumának meghatározása, amelyben az idegen mérésiadatok érkeznek.

7.1.3 Térképi kísérőinformációk

Adatszükséglet szempontjából szétválaszthatjuk a térképeket a tájékoztatáshoz szükséges, és a mérési adatokat tartalmazó térképekre. A szolgáltatás értékesítése előtt minden esetben fel kell mérni, hogy milyen adatok állnak rendelkezésre a megrendelő oldalán és azok felhasználhatóak-e a térképi megjelenítéshez. Ha ezek a kísérő adatok nem állnak rendelkezésre, akkor ismertetni kell ezek beszerzésének lehetőségeit a megrendelővel.
Ezeknek a térinformatikai adatoknak a tárolását nem az adatbáziskezelő oldja meg, az adatbázisban csak hivatkozásokat tárolunk a fájlrendszerben található állományokra. Az állományok tárolására egy jól meghatározott struktúrát dolgozunk ki.

Tájékoztatáshoz használt fedvények

Ahhoz, hogy a tájékozódás és a navigáció egyértelmű lehessen a felhasználók számára a rendszer által készített térképeken, a mérési adatokat tartlamazó rétegeken kívűl célszerű valamilyen közismert térképet használni az információ szolgáltatásához. A következő adatok jöhetnek szóba:

- ortofotó
- vektoros utcatérkép
- topográfiai térkép

A térképek méretaránya, hogy elég informatív legyen rendszer legalább 1:10000.

Az ortofotó az adott területre beszerezhető a FÖMI-től, a vektoros utcatérkép pedig, elkészíthető a város területére, de ennek beszerzése is lehetséges. A tájékoztató jellegű adatokon kívül a mérési adatok feldolgozásával és beillesztésével, az adatbázisból származó, mérési adatok képviselik a rendszer dinamikusan változó adatait.

Mérési adatokat tartalmazó fedvény

Ezek a fedvények a megjelenítés folyamán dinamikusan változnak, virtuális adatforrás segítségével SQL lekérdezések módosításával érjük el, hogy az adattartalom a felhasználó által megadott feltételeknek megfelelően alakuljon.

Általános adatokat tartalmazó fedvények

Lehetőséget biztosítunk arra, hogy saját forrásból elkészített állományok is beilleszthetőek legyenek a rendszerbe. Legyen az pl. a zöldterületek térképe adott telpülés esetén, melyet az önkormányzat saját maga mért fel, esetleg egy olyan állomány, amely megbízásra – külső cég vagy egyetem által –

készült el és valamely paraméterek értékét prognosztizálja. Ezáltal lehetőség van a rendszerben arra is, hogy a jövőre vonatkozó adatokat is megmutathasson.

Új réteg felvétele a rendszerbe

Ha a térképünkhüz egy új fedvényt szeretnénk hozzárendelni, első lépésként az adatokat kell előállítanunk ESRI shape formátumban (lehet más formátum is). A konverzió nem okoz problémát, mivel ez az általánosan elfogadott formátumok közé tartozik. Ha ez megtörtént, az állományokat az alkalmazásunk könyvtárán belül
(C:\ms4w\apps\kkk\data\) az ügyfelünk könyvtárában helyezzük el az állományt. Az ügyfélhez rendelt térképet leíró konfigurációs állományt bővítsük ki az új réteg paramétereit rögzítő beállításokkal. Végül az adminisztrációs felület használatával az adatbázisban is hozzuk létre az ügyfélhez tartozó megfelelő logikai- és fizikairétegeket és az adatfájl-bejegyzéseket. Ezek után az alkalmazás, amennyiben a logikai réteg láthatósági attribútuma be van állítva, a térkép újrarajzolásakor már ez új réteget is figyelembe veszi.

Térinformatikai adatok tárolása a rendszerben

Mivel követelményként határoztuk meg, hogy a rendszer bármely relációs adatbáziskezelővel képes legyen együttműködni, a térinformatikai adatokat nem tárolhatjuk az adatbázison belül. A tárolás ehelyett a fájlrendszerben az alábbiakban meghatározott struktúrában történik.

Az MS4W feltelepítésével egy előre konfigurált rendszert telepítőnk gépünkre alkalmazásunkat a C:\ms4w\apps\kkk\ könyvtárban helyezzük el. Itt a data\ könyvtár tartalmazza a vonatkozó adatokat. A data könyvtáron belül a megrendelők neve alapján létrehozott könyvtárak biztosítják az adatok rendezettségét.

Adatgyűjtés

Az adatgyűjtési technológia kiválasztása
A projekt során törekedni kell a költséghatékony és alacsony vegyszerigényű mobil adatgyűjtési eljárásokra. Ezeknek az eljárásoknak elsősorban a levegőtisztaságvédelmi jellemzők mérésekor van különösen nagy jelentőségük, hiszen a helyszíni adatgyűjtési eljárások során lényeges az alacsony energia- és vegyszerszükséglet, valamint a mért adatok minél előbb az adatbázisba juttatása, a mielőbbi megjeleníthetőség érdekében. A fenti szempontok alapján számba vettük a helyszíni mérésre alkalmas technológiákat:

- Az alacsony költségű „elnyeletéses” technológia nem képes gyors eredmények szolgáltatására, továbbá vegyszerigénnyel rendelkezik.
- Az széles körben elterjedt kemilumineszenciás és fotolumineszenciás mérések, illetve bizonyos komponensek esetében a gázkromatográfiás mérések ugyan elég gyors adatnyerést

eredményeznek, ám ezek az eljárások rendkívül drágák és többnyire jelentős energiaigénnyel bírnak.

Az általunk kiválasztott eljárás a félvezető vékonyréteg vezetőképességének változásán alapuló technológia, amely alacsony költségen, megbízható tájékoztató adatok nyerésére alkalmasnak tűnik. Az általunk választott eljárás mellett szól, hogy egyetlen készülékkel 6 különböző komponens mérése végezhető.

A vízanalitikai méréseknél is igyekeztünk olyan fortometriás készüléket beszerezni, amely olcsó adatgyűjtést tesz lehetővé. Sem a vizes, sem a talajos komponensek esetében nincs akkora jelentősége a helyszíni méréseknek, mint a már korábban említett levegőtisztaságvédelmi méréseknél.

Az adatgyűjtés módszerei

Fix pontos
Az állandó mérési pontok esetében egy 15 m sugarú körön belüli összes pontot 1 mérési pontnak kell tekinteni és egy koordináta párhoz hozzárendelni. Minden ezen a körön belül végzett mérést ugyanazon ponton végzett mérésnek tekintünk, ha nem útvonalmérést végzünk.
Útvonalmérés
A dinamikus mérés alatt minden esetben egy útszakasz levegőszennyezettségi vagy zaj monitoringját értjük.
Eseti
Egy előre nem definiált ponton történő egyszeri mérés.
Paraméterek

A következő paramétereket mérését tartjuk lehetségesnek:

Levegő

Standard	Opcionális
NO_2	Fluorid
NO_x	Ammónia
CO	Ülepedő por
Ózon	BTEX
Benzol	PANT (peroxi-acetil-nitrát)
Szálló por (10 mikron)	SO_2
	VOC

Víz

Standard	Opcionális
KOI: O_2 mg/l	TOC
Nitrát (+nitrit): mg/l	BOI
Olaj vízben	Arzén
Ammónia: mg/l	Foszfát: mg/l
Hőmérséklet: °C	Keménység
Oldott oxigén: O_2 mg/l	Coli-szám
pH	AOX
Vezetőképesség: $mScm^{-1}$ /°C	Szulfát: mg/l
Zavarosság: FTU	Vas
Összes keménység: nK^O	Mangán
	Klorid: mg/l
	Jód
	Ólom
	Króm
	Nikkel
	Réz
	Cianid

Meteorológia

Standard	Opcionális
Hőmérséklet: °C (Fahrenheit)	Napsugárzás: W/m^2
Szélsebesség: m/s (km/h)	UV-B
Szélirány: fok	
Páratartalom: %	
Globális sugárzás	
Légnyomás: hPa (bar, Hgmm)	
UV-A: 1-10 skála	

Zaj

35 db alsó határral. „A” típusú szűrővel, integráló mérési módszerrel

Mérési pontok kijelölése egy településen

Légszennyezettségi mérőpontok kijelölése (meteorológiával együtt)

Állandó (fix) mérőpontok kijelölésének szempontjai

A levegős mérési pontok kijelölésénél teljes mértékben az önkormányzat által támasztott igényeknek kell megfelelni azzal együtt, hogy a korábbi tapasztalatokról a megrendelőt tájékoztatni kell.

A mérési pontok kijelölésekor célszerű figyelembe venni a következő tényezőket:

- Domborzati viszonyok
- Uralkodó szélirány
- Forgalomterhelés
- Épülettől való megfelelő távolság
- Esetleges emisszió ne zavarja az immissziós adatokat

Dinamikus mérési szakasz kijelölésének szempontjai

Az útszakasz kijelölésekor az önkormányzati igényekre támaszkodva figyelembe kell venni a következő szempontokat:

- Az útszakasz forgalomterhelését
- Az útszakasz áthalad-e állandó (fix) mérési pontokon
- Az útszakasz minőségét
- Az útszakasz mellett előforduló állandó emisszióforrásokat

Zajterhelési mérőpontok kijelölése

Állandó (fix) mérőpontok kijelölése

A zajterhelési mérőpontok esetében is a megrendelő önkormányzat igényeit kell figyelembe venni az alábbi szempontok szem előtt tartásával:

- Domborzati viszonyok
- Uralkodó szélirány
- Forgalomterhelés
- Zajárnyékoló építmények
- Különösen nagy zajterheléssel üzemelő ipari létesítmények közelsége.

Dinamikus zajmérési szakasz kijelölése

A dinamikus zajmérés alatt minden esetben egy útszakasz zajterhelési monitoringját értjük. Az útszakasz kijelölésekor az önkormányzati igényekre támaszkodva figyelembe kell venni a következő szempontokat:

- Az útszakasz forgalomterhelését
- Az útszakasz áthalad-e állandó (fix) mérési pontokon
- Az útszakasz minőségét
- Az útszakasz mellett előforduló állandó zajforrásokat

Vízmintavételi pontok kijelölése

Felszíni vizek esetén

A felszíni vizek esetén is célszerű az önkormányzati igényekre hagyatkozni, az alábbi szempontok figyelembe vételével:

- Településre való belépési pont
- Településről való kilépési pont
- Szennyvíztisztítók beömlési pontjai
- Ipari létesítmények beömlési pontjai
- Állóvizek turisztikai terheltsége
- Ismert bemosódási pontok talajról

Feszín alatti vizek esetén

Az önkormányzati igények szem előtt tartásával az alábbi szempontokra ügyelve:

- Monitoring kutak elhelyezkedése
- Potenciális szennyező forrásokból történő beszivárgások
- Talajösszetétel

Ivóvizek esetén

Az ivóvíz-kutak elhelyezkedése megszabja a mintavételi helyeket. Minden esetben a megrendelő jelöli ki a mérendő kutakat, de célszerű azokat a kutakat választani, amelyek potenciális szennyezőtől veszélyeztetve vannak.

Talajszennyezettségi mérőpontok kijelölése

A talajszennyezettségi mintavételi pontok kijelölésekor a megrendelő igényeire támaszkodva az alábbi szempontokat kell szem előtt tartani:

- Ipari tevékenységből eredő potenciális szennyezés
- Katonai tevékenységből eredő potenciális szennyezés
- Mezőgazdasági tevékenységből eredő potenciális szennyezés
- Talajösszetétel
- Csapadékvízlefolyás
- Közlekedés

A mérések lebonyolítása

Az általánosan elfogadott és a környezetvédelmi felügyelőségek által is alkalmazott gyakorlat szerint a levegőszennyezési paraméterek monitoringja folyamatos mérésen alapul, miszerint egy kiválasztott ponton napi 24 órán keresztül akár több hónapig is adatot gyűjtenek.

- Egy mérési ponton történő adatgyűjtés több napon keresztül. (Ebben az esetben elképzelhető csökkentett időtartamú, akár napi 8-10 órai adatgyűjtést is.)
- Egy mérési ponton történő adatgyűjtés minden hét ugyanazon napján. (Ez a gyakorlat nem valósítható meg olyan esetekben, ahol a mérési pontok száma meghaladja a hetet, vagy a ciklus számát nem a héthez kötve kell megállapítani, de ebben az esetben mivel nem a hét azonos napjain mérünk egy helyen, a települési és az ipari tevékenységek pedig sok esetben kötődhetnek a hét bizonyos napjaihoz (szemétszállítás, áruszállítás, karbantartási napok stb.), az eredmények összevetése téves információkhoz vezethet). Másrészt jelentős előnyökkel is bírhat abban a tekintetben, hogy a periódus hetedik ciklusában akár teljes heti keresztmetszethez juthatunk egy mérési pont levegőszennyezettségi mutatóinak vonatkozásában.
- Egy adott mérési ponton történő adatgyűjtés a hét minden napján ugyanazon időintervallumban (pl. 12-14 órák között). Ebben az esetben naponta akár több (max. 3-4) mérési pontból is lehet egy nap alatt adatot gyűjteni, de a mérési pontok és időpontok kiválasztásakor különösen nagy figyelemmel kell lenni az adott pont forgalomból és ipari tevékenységből származó esetleges szennyezettségére, a szennyezési görbe időbeni lefutására.

A mérés során elvégzendő feladatok:

Az adatbázist elő kell készíteni a mérések fogadására:

- A megbízásban le kell fektetni a mérési pontok koordinátáit, ha a gyakorlatilag egy helyen lévő méréseinket a mért koordináták mellet még hozzárendeljük egy általunk megadott mérési ponthoz, akkor lehetővé válik a mérési pont adatainak időbeli elemzése. A beérkező adatokon, a mérés itt felvett tulajdonságai alapján hajtjuk végre a feldolgozási műveleteket.
- A megbízás alapján definiáljuk a mérést az adatbázisban.
- Mérési azonosító megadása
- Pont- vagy útvonal mérést fogunk-e végezni
- Végzünk-e koordináta egységesítést
- Mérőkocsis mérésről van-e szó, esetleg mérőállomástól átvett adat
- Mérés kezdete
- Mérés várható befejezés
- Fix ponton mérünk
- Milyen távolságból tekintjük a mérési pont adatának?
- Nem fix ponton mérünk

Ha az előkészítés megtörtént a mérés kezdetét veszi:
A mérőkocsi a beállított paramétereknek megfelelően vagy folyamatosan szolgáltatja az adatokat a központ felé, vagy csak az előre megadott mérésiponton kezdi meg a mérést. A két eset közötti különbség az adatrögzítés módjában nyilvánul meg. Az útvonal mérés folyamán gyorsan

változhatnak az adatok, ekkor van értelme a gyakori adatrögzítésnek, viszont nem lehet minden paramétert mérni. Az útvonalméréssel lehetőség nyílik a mérési útvonalak utólagos visszakeresésére is. A fix ponton történő mérés esetében minden paramétert mérhetünk, de nincs értelme a legrövidebb mérési intervallum alkalmazásának, mert ezek az adatok nem mutatnak olyan gyors változást. Elegendő csak a leghosszab mérési idővel rendelkező műszerhez szinkronizálni a többi műszer mérési adatközlését is.

A mérés befejezésekor le kell zárni a mérést, és meg kell adni a zárás időpontját a központban.

Mérési eredmények átlagképzésének kérdése

Felmerül az a kérdés, hogy mikor van értelme átlagokat megjeleníteni. Előállhat az a helyzet, hogy egy településen nem készítenek ismétlődő méréseket, így nincs lehetőség heti-, havi- esetleg éves átlagok számítására. Az átlagok képzését feltételekhez kötjük, vizsgáljuk, hogy milyen arányban és eloszlásban adottak az adatok az eggyel lejjebb található aggregáltsági szinten. Ha ez az arány meghalad egy meghatározott értéket, akkor adott az átlagképzés lehetősége a felhasználó számára. Ha viszont nem, akkor nem kínálunk fel ilyen lehetőséget.

A mérési adatokból, amennyiben adott idő alatt megfelelő mennyiségű mérési adat áll rendelkezésre, átlagokat képezünk, majd a lekérdezési feltételeknek megfelelően ezek az átlag adatok kerülnek megjelenítésre.

Az átlagok függenek a mérés jellegétől, egységnyi idő alatti számától és az adatszolgáltatás sebességétől. Legkisebb átlag egység az ¼ órás. Az ¼-ed órás alapátlagokon kívül órás, napi heti, havi, negyedéves, féléves és éves átlagokat is képezhetünk, amennyiben megfelelő számú adat áll rendelkezésre.

Átlagképzési adatszükséglet:

1 órás átlag:	¼ órás átlagból minimum 3 db.
1 napos átlag:	1 órás átlagból minimum 16 db.
1 heti átlag:	1 napos átlagból minimum 5 db.
1 havi átlag:	2 napos átlagból minimum 20 db.
¼ éves átlag:	1 heti átlagból minimum 10 db.
½ éves átlag:	1 heti átlagból minimum 20 db.
1 éves átlag:	1 havi átlagból minimum 10 db.

Amennyiben nem áll rendelkezésre a megfelelő mennyiségű adat átlagok számításához, úgy az értékeket az adott konkrét időpontban jelenítjük meg oszlopokkal (függőleges vonalakkal).

Napi diagram: 1 órás bontású skála
Heti diagram: 1 órás bontású skála
Havi diagram: 1 napos bontású skála
¼ éves diagram: 1 napos bontású skála
½ éves diagram: 1 hetes bontású skála (lehet napos is)
1 éves diagram: 1 hetes bontású skála (lehet napos is)

Határértékek megadása

A rendszerben az egyes megjeleníthető adatokhoz ún. határértékek és ún. határérték sávok rendelhetők. A határértékek adott mérhető mennyiségre jellemző értékek, amelyeket tudományos alapon vagy egyéb módon szabályoznak, írnak elő vagy ismertetnek. A határérték sávok olyan értékintervallumok, amelyek segítségével szövegesen jellemezhetők a rendszer megjeleníthető értékei (kiváló, szennyezett stb.).

A Környezeti Monitoring Rendszerben lehetőség van mérhető alapmennyiségenként (pl. levegő CO tartalom vagy ivóvíz bórtartalom, stb.), értéktípusonként (pillanatnyi mért mennyiség, 15 perces átlag, éves átlag stb.) helyfüggő vagy nem helyfüggő határértékeket és határérték sávokat különböző időintervallumra definiálni és a mérési adatokat ezekhez a határértékekhez és sávokhoz rendelni automatikus folyamat során. A határérték definíciókban egy ún. területazonosító szám által lehet a helyfüggőséget definiálni. A területeket – ahová a helyfüggő határérték értelmezett –, térinformatikai rétegre elhelyezett sokszögekkel lehet definiálni, és ehhez a poligonhoz kell a területazonosító számot hozzárendelni. Lehetőség van adott mérhető mennyiségekre és időintervallumokra definiálni azt a térinformatikai réteget, amelyben a poligonok tárolásra kerültek.

A határérték keresés automatikusan az adatok betöltésekor, vagy a határérték-táblázatok változásakor automatikusan, de a felhasználó explicit kérésére is végrehajtódik.

A határérték keresés menete a következő:
A mérési adat alap mérhető mennyisége és időpontja alapján kiválasztásra kerül – ha van ilyen – az a térinformatikai réteg, amelyben a terület azonosító szám meghatározására használandó poligonok vannak. Térbeli pont-a-poligonban művelettel kiválasztásra kerül – ha van ilyen – a megfelelő poligon, és a hozzárendelt területazonosító szám. Ezek után a mérési adat alap mérhető mennyisége, időpontja és terület azonosító száma alapján kikereshető a határérték, majd a hozzárendelhető határérték sáv.

A WEB-alkalmazás ezek után képes lesz minden egyes – határértékhez rendelhető – adat esetén a határérték vagy a sávok szöveges leírásának megjelenítésére. További lehetőség az, hogy a határérték sávok 5 előre definiált értékhez rendelhetők (pl. kiváló, jó, megfelelő, szennyezett,

erősen szennyezett), ami alapján a WEB-es felületről lekérdezések készíthetők akár különböző sáv leírással rendelkező komponens esetére is.

A határértékeket adatgazdánként lehet definiálni adott időintervallumra, alap mérhető mennyiségre és értéktípusra. Ez utóbbi három attribútum ún. határérték csoportot alkot. Az értéksávokat folytonosak, mínusz végtelentől plusz végtelenig fedhetnek le folytonosan egy tetszőleges értékintervallumot. A határérték sávok leírói alapján a WEB-alkalmazás szövegesen tudja jellemezni az adott megjelenítendő értéket (pl. jó, rossz, stb.) Ahhoz, hogy a megjelenítendő adatot határértékhez lehessen rendelni, legalább egy értéksávval kell, hogy rendelkezzen.

Ha valamely a határérték-számítás szempontjából releváns adat (pl. időintervallum, értéksáv) megváltozik, akkor a határérték csoporthoz tartozó összes adat határértékhez való hozzárendelését felül kell vizsgálni. Ez a határérték táblázatok módosítását követően közvetlenül végrehajtódik.

A rendszer lehetőséget biztosít a határértékek, kapcsolódó határérték-sávok karbantartására, adatokhoz rendelésére. A projekt elkészítése során a rendszert fel kell készíteni az egyes elemek egészségügyi határértékei szerinti megjelenítésre. A felhasználó az egyes elemekre vonatkozó adatokat az egészségügyi határértékekhez (amennyiben van) tudja viszonyítani a különböző színekkel történő megjelenítés segítségével. Az egyes elemekre vonatkozó határérték a vonatkozó jogszabályok és a Környezetvédelmi Felügyelőségek által is használt gyakorlatnak megfelelően kerülnek megállapításra.

Források

A fenti esettanulmány a Pannon Egyetem és a Delta Electronic Kft. által közösen készített környezetinformációs rendszer logikai felépítését mutatta be.

7.2. Környezeti hatásvizsgálatok és a térinformatika

7.2.1 Alapfogalmak

A **környezeti hatásvizsgálat** egy komplex folyamat összefoglaló elnevezése, amely – időben – a beruházás előkészítésétől, a beruházás megvalósítására vonatkozó döntésig terjed. A folyamatban a beruházók, a tervezők, a környezetvédelmi szakemberek, valamint az engedélyezési eljárásban illetékességgel bíró környezetvédelmi és egyéb hatóságok vesznek részt. A hatásvizsgálat eredményeit a környezeti **hatástanulmány** foglalja össze, amely a döntés alapjául szolgál. A hatástanulmány nyilvános vitára bocsátása esetén a döntés előkészítésében jelentős szerepet játszhat a közvélemény is.
Környezeti hatásvizsgálatot az 1970-es évek óta számos országban végeznek eltérő tartalmi követelményekkel és eltérő jogi formai keretek között.

A fejlett ipari országokban a környezeti hatásvizsgálatok rendszerének kialakítása során kisebb-nagyobb mértékben támaszkodtak az Egyesült Államokban bevezetett eljárásra, amelynek két oka van. Egyrészt a környezeti hatásvizsgálat alkalmazását - jogilag explicit formában, az eljárási szabályok és a tartalmi követelmények rögzítésével – legkorábban az Egyesült Államokban írták elő. Másrészt pedig, az előzőekből következően, az ott elvégzett nagyszámú vizsgálat tapasztalatainak elemzése kedvező lehetőséget biztosított az eljárási szabályoknak és a tartalmi követelményeknek az illető ország saját viszonyait figyelembe vevő kidolgozásához.

Az európai országokban végzett hatásvizsgálatok tapasztalatai alapján alkották meg a vonatkozó EU irányelvet, majd az u.n. IPPC irányelvvel összevontan a jelenleg hatályos, irányelvet, amelyet Magyarország a jogharmonizáció keretében beemelt a magyar jogrendbe.

A beruházáshoz kapcsolódó tevékenység szakaszai

Telepítés
A telepítés gyakorlásához szükséges feltételek megteremtése:

- területfoglalás
- építkezés
- berendezések felszerelése

Megvalósítás
A tevékenység tényleges gyakorlása, a létesítmény:

- működtetése
- üzemeltetése
- használata

Felhagyás

- A tevékenység megszűntetése

A tevékenységhez közvetlenül kapcsolódó más műveletek

- A telepítés miatt megnyitott anyagnyerő vagy -lerakó helyek létesítése és üzemeltetése
- A telepítéshez és megvalósításhoz szükséges szállítások, raktározás, tárolás
- A megvalósítás során keletkező hulladék és szennyvíz kezelése
- Energia- és vízellátás, ha az saját energiaellátó rendszerrel vagy vízvétellel történik

Hatótényezők: A változások kiváltó okai, mint a folyamatok elindítói, minden esetben anyag- és energiakibocsátások és/vagy elvonások. Ezek például:

- szennyezőanyag-kibocsátás
- zaj- és rezgéskibocsátás, sugárzás
- élőhelyek megszűntetése, felszabdalása
- természeti erőforrások készletének változása
- környezeti elemek létének megszűntetése
- művi elemek létesítése

- mozgó környezeti elemek áramlásának, terjedésének, mozgási lehetőségeinek megváltoztatása
- területhasználat változás

Környezeti hatás: Az emberi tevékenység okozta olyan állapotváltozás, amely értelmezhető és értékelhető környezetvédelmi szempontból.

Hatásviselő: Az a környezeti elem vagy rendszer, amely állapotában a változás bekövetkezik.

Hatásfolyamat: A hatótényezőkből kiinduló folyamat, amely egy vagy több környezeti elem vagy rendszer állapotváltozását okozza.

Háttérhatás: A hatásterület tevékenységtől független adottsága, olyan állapotjellemző, amely kimutathatóan befolyásolja az állapotváltozások alakulását.

Kontrollkörnyezet: A hatásterület tevékenység megvalósítása nélküli állapotát jelenti, a változások értékelésénél ez az állapot képezi az összehasonlítás tárgyát.

A hatások értékelésének szempontjai:

- a hatás időbelisége
- a hatás térbeli kiterjedése
- a határértékek betartásának biztosíthatósága
- a várható hatások mérséklésének lehetősége
- a károsított értékek és azok pótolhatósága

A hatások értékelése történhet:

- egészségügyi
- ökológiai
- településkörnyezeti
- tájhasználati szempontból

Az állapotváltozások típusai:

- ideiglenes változások
- egyszeri, de végleges változások
- tartós, stabil intenzitású változások
- halmozódó, kumulatív jellegű változások
- periodikusan ismétlődő állapotváltozások
- szinergikus, anergikus hatások
- csökkenő intenzitású változások
- megfordíthatatlan (irreverzibilis) változások

7.2.2 A környezeti hatásvizsgálat (KHV) és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárás (EKHE)

A környezeti hatásvizsgálati eljárás (KHV)

- A *környezetre jelentős, illetve várhatóan jelentős mértékben hatást* gyakorló tevékenység megkezdése előtt környezeti hatásvizsgálatot kell végezni.
    - A Kormány rendeletben határozza meg azon tevékenységek körét, amelyek tekintetében mindig kell környezeti hatásvizsgálatot végezni, meghatározza továbbá azon tevékenységek körét is, amelyek esetében a felügyelőség - kormányrendeletben megállapított mérlegelési szempontok alapján - dönt arról, hogy szükség van-e környezeti hatásvizsgálat elvégzésére.
- A környezeti hatásvizsgálat eredményeit a kérelmezőnek környezeti hatástanulmányban (KHT) kell bemutatnia.
    - A környezeti hatástanulmány általános tartalmi követelményeit, valamint a környezeti hatásvizsgálati eljárás szabályait a Kormány rendeletben határozza meg.

Az egységes környezethasználati engedélyezési eljárás (EKHE)

- Az egyes - külön jogszabályban megjelölt - tevékenységek *környezetet terhelő* kibocsátásainak megelőzésére, a környezeti elemeket terhelő kibocsátások, valamint a környezetre ható tényezők csökkentésére, illetőleg megszüntetésére irányuló, az elérhető legjobb technikán alapuló intézkedéseket az egységes környezethasználati engedélyezési eljárás során kell megállapítani.
- Az egységes környezethasználati engedélyezési eljárás részletes szabályait a Kormány rendeletben állapítja meg.

A tevékenységek köre

A KHV köteles tevékenységek a következők:

Mezőgazdaság, vadgazdálkodás, erdőgazdálkodás

1. Baromfitelep több mint 85 ezer férőhellyel broilerek vagy 60 ezer férőhellyel tojók számára
2. Sertéstelep több mint 3 ezer férőhellyel 30 kg feletti hízók vagy 900 férőhellyel kocák számára
3. Vadaskert védett természeti területen és erdőterületen
4. Erdőterület igénybevétele
   - nem termőföldként való további hasznosítás esetén 30 ha-tól,
   - termőföldként való további hasznosítás esetén 50 ha-tól

Halászat

5. Haltenyésztés intenzív ketreces vagy medencés haltermelő üzemben országos jelentőségű védett természeti területen

Bányászat

6. Szénbányászat 100 ezer t/év szén bányászatától, külszíni bányászat esetén 25 ha területtől is; a külszíni bányászat esetén védett természeti területen vagy annak védőövezetén méretmegkötés nélkül
7. Tőzegkitermelés 25 ha területtől;
   védett természeti területen méretmegkötés nélkül
8. Kőolaj-kitermelés 500 t/nap-tól, földgázkitermelés 500 ezer m^3/nap-tól
9. Uránércbányászat 100 ezer t/év uránérc bányászatától
10. Fémtartalmú ércek bányászata: vasérc esetén 1 millió t/év, nemvas fémek esetén 100 ezer t/év bányászatától; külszíni bányászat esetén 25 ha területtől
11. Egyéb külszíni bányászat 25 ha területtől; védett természeti területen méretmegkötés nélkül

Feldolgozóipar

12. Papír- és kartongyártás 200 t/nap késztermékgyártástól
13. Papíripari rostos alapanyag előállítása fából és más hasonló szálas nyersanyagból
14. Szén vagy bitumenpala elgázosítása vagy cseppfolyósítása 500 t/nap szén vagy bitumenpala felhasználástól
15. Kőolaj finomító, kivéve a kőolajból kizárólag kenőanyagokat előállító üzemeket
16. Nukleáris üzemanyagot előállító vagy dúsító létesítmény
17. Kiégett nukleáris üzemanyagot újrafeldolgozó létesítmény
18. Kiégett nukleáris üzemanyag átmeneti vagy végleges tároló
19. Radioaktív hulladékot feldolgozó telep
20. Radioaktív hulladéktároló telep átmeneti vagy végleges tárolásra
21. Komplex vegyiművek, azaz olyan létesítmények, amelyekben több gyártóegység funkcionálisan összekapcsolva csatlakozik egymáshoz, és amelyekben kémiai átalakítási folyamatokkal ipari méretben történik:
    a) szerves vegyi alapanyagok gyártása, vagy
    b) szervetlen vegyi alapanyagok gyártása, vagy
    c) foszfor-, nitrogén- és káliumalapú műtrágya gyártása, vagy
    d) növény-egészségügyi hatóanyagok és biocidek gyártása, vagy
    e) biológiai vagy kémiai eljárással gyógyszer hatóanyaggyártás, vagy
    f) robbanóanyag-gyártás
22. Cementgyártás 500 t/nap termelési kapacitástól
23. Azbesztcement termékek gyártása 20 ezer t/év késztermék-előállítástól
24. Azbeszt súrlódó anyag előállítása 50 t/év késztermék-előállítástól
25. Azbeszttartalmú termékek előállítása 200 t/év azbesztfelhasználástól
26. Kohómű (vas, acél)
27. Nemvas fémek előállítása ércből, koncentrátumokból vagy másodlagos nyersanyagokból kohászati, vegyi vagy elektrolitikus eljárásokkal

Villamos energia-, gőz-, vízellátás

28. Hőerőmű 20 MW villamos teljesítménytől, egyéb égető berendezés 300 MW kimenő hőteljesítménytől
29. Vízerőmű országos jelentőségű védett természeti területen
30. Szélerőmű telep 10 MW összteljesítménytől országos jelentőségű védett természeti területen
31. Atomerőmű, atomreaktor, valamint atomerőmű, atomreaktor üzemidejének meghosszabbítása, továbbá atomerőmű, atomreaktor felhagyása, azaz a nukleáris üzemanyag és a létesítmény egyéb radioaktív és radioaktív anyaggal szennyezett alkotórészeinek végleges eltávolítása
32. Villamos légvezeték 220 kV feszültségtől és 15 km hosszúságtól
33. Atomfűtőmű, valamint atomfűtőmű felhagyása, ideértve minden nukleáris üzemanyag és a létesítmény egyéb radioaktív és radioaktívan szennyezett alkotórészeinek végleges eltávolítását
34. Felszín alatti vizek igénybevétele egy vízkivételi objektumból vagy objektumcsoportból 5 millió m^3/év vízkivételtől
35. Felszíni vizet átvezető létesítmény 100 millió m^3/év vízszállító kapacitástól (nem tartozik ide az ivóvíz vezetékben történő átvezetése)

Szállítás, raktározás

36. Országos közforgalmú vasútvonal
37. Gyorsforgalmi út (autópálya, autóút)
38. Négy- vagy több forgalmi sávos út, legalább 10 km hosszan egybefüggő új pályától (ha nem tartozik a 37. pontba)
39. Meglévő út négy- vagy több forgalmi sávúra bővítése a meglévő vagy módosított nyomvonalon, legalább 10 km hosszan egybefüggő új pályától, illetve forgalmi sávtól
40. Gáz-, kőolaj- vagy vegyianyag-szállító vezeték 800 mm átmérőtől és 40 km hossztól
41. Vízi út 1350 tonnánál nagyobb hordképességű hajók számára
42. Kikötő 1350 tonnánál nagyobb hordképességű hajók számára, ideértve kikötőn kívüli hajórakodót a parttal összekötött mólóval 1350 tonnánál nagyobb hordképességű hajók be- és kirakodására. A kompmóló és a kikötésre szolgáló ponton nem tartozik ide.
43. Repülőtér 2100 m alaphosszúságú futópályától
44. Kőolaj, kőolajtermék tárolása 200 ezer t össztároló kapacitástól
45. Földgáz tárolása 200 ezer m^3 össztároló kapacitástól
46. Vegyi termék tárolása 200 ezer t össztároló kapacitástól
47. Állandó árvízvédelmi mű létesítése országos jelentőségű védett természeti területen

Egyéb közösségi szolgáltatás

48. Szennyvíztisztító telep 50 ezer lakosegyenérték kapacitástól
49. Nem veszélyes hulladékot égetéssel, kémiai kezeléssel ártalmatlanító létesítmény 100 t/nap kapacitástól
50. Nem veszélyes hulladék lerakó létesítmény napi 200 t hulladék lerakásától, vagy 500 ezer t teljes befogadó kapacitástól
51. Veszélyes hulladék ártalmatlanító (lerakás, égetés, kémiai és biológiai kezelés) létesítmény

Sport

52. Sípálya (a kapcsolódó létesítményekkel együtt) országos jelentőségű védett természeti területen
53. 18 vagy többlyukú golfpálya (a kapcsolódó létesítményekkel együtt) országos jelentőségű védett természeti területen

Nómenklatúrába nem besorolt tevékenységek, illetve létesítmények

54. Kutató vagy oktató atomreaktor, valamint ezek felhagyása, ideértve minden nukleáris üzemanyag és a létesítmény egyéb radioaktív és radioaktívan szennyezett alkotórészeinek végleges eltávolítását
55. Duzzasztómű vagy víztározó, 2 millió m^3 duzzasztott, illetve tározott vízmennyiségtől
56. Vízbesajtolás felszín alatti vízbe 3 millió m^3/év víz bejuttatásától
57. Halastó vagy tórendszer, ha több mint 30 ha-on fed országos jelentőségű védett természeti területet

Az egységes környezethasználati engedélyhez (EKHE) kötött tevékenységek

A megadott (termelési) küszöbértékek általában a termelési vagy a kibocsátási kapacitásokra vonatkoznak. Amennyiben egy üzemeltető több, azonos jellegű tevékenységet végez azonos létesítményben (pl. „Vasfémek" feldolgozására szolgáló létesítmények) vagy azonos telephelyen, akkor ezen tevékenységek kapacitásának összegét kell figyelembe venni a küszöbértékkel történő összehasonlításnál.

Iparág, illetve tevékenység

1. Energiaipar
1.1. Tüzelőberendezések 50 MWth-ot meghaladó bemenő hőteljesítménnyel.
1.2. Ásványolaj- és gázfeldolgozók (gáztisztítók).
1.3. Kokszoló kemencék.
1.4. Szénelgázosító és -cseppfolyósító üzemek.

2. Fémek termelése és feldolgozása
2.1. Fémérc (beleértve a szulfid ércet) pörkölő és szinterelő létesítmények.
2.2. Vas vagy acél termelésére szolgáló létesítmények (elsődleges vagy másodlagos olvasztás), beleértve a folyamatos öntést is, 2,5 tonna/óra kapacitás felett.
2.3. Vasfémek feldolgozására szolgáló létesítmények:
a) meleghengersorok 20 tonna nyersacél/óra kapacitáson felül,
b) kalapácsos kovácsműhelyek 50 kJ/kalapács feletti energiafogyasztással, ahol a felhasznált hőenergia meghaladja a 20 MW-ot,
c) védő olvadékfém-bevonatok felvitele 2 tonna nyersacél/óra kapacitás felett.
2.4. Vasöntödék 20 tonna/nap feletti termelési kapacitással.

2.5. Létesítmények:

a) nemvas fémeknek ércekből, koncentrátumokból vagy másodlagos nyersanyagokból való gyártása kohászati, kémiai vagy elektrolitikus eljárással,

b) nemvas fémek olvasztására (beleértve az ötvözést), visszanyert (reciklált) termékek olvasztására (finomítás, öntés stb.), ólom és kadmium esetében 4 tonna/nap, egyéb nemvas fémek esetében 20 tonna/nap olvasztási kapacitás felett.

2.6. Fémek és műanyagok felületi kezelésére szolgáló létesítmények elektrolitikus vagy kémiai folyamatokkal, ahol az összes kezelőkád térfogata meghaladja a 30 m^3-t.

3. Építőanyag-ipar

3.1. Cement-klinkernek forgókemencében történő gyártására szolgáló létesítmények 500 tonna/nap termelési kapacitáson felül vagy mésznek forgókemencében történő gyártására 50 tonna/nap kapacitáson felül vagy egyéb égetőkemencék 50 tonna/nap kapacitáson felül.

3.2. Azbeszt gyártására és azbeszt alapú termékek gyártására szolgáló létesítmények.

3.3. Üveg gyártására szolgáló létesítmények, beleértve az üvegszálat is, 20 tonna/nap olvasztókapacitáson felül.

3.4. Ásványi anyagok olvasztására szolgáló létesítmények, beleértve az ásványi szálak gyártását is, 20 tonna/nap olvasztókapacitáson felül.

3.5. Kerámia termékek égetéssel történő gyártására szolgáló létesítmények, különösen csempék, téglák, tűzálló téglák, kőáruk vagy porcelánok gyártása 75 tonna/nap termelési kapacitáson felül, és/vagy ahol a kemence térfogata 4 m^3 és abban az árusűrűség a 300 kg/m^3-t meghaladja.

4. Vegyipar

Csak az ipari méretű előállításra vonatkozóan:

4.1. Vegyipari létesítmények, alapvető szerves anyagok, nevezetesen

a) szénhidrogének (lineáris vagy ciklikus, telített vagy telítetlen, alifás vagy aromás),

b) oxigéntartalmú szénhidrogének, nevezetesen alkoholok, aldehidek, ketonok, szerves savak, észterek, acetátok, éterek, peroxidok, epoxi-vegyületek,

c) kéntartalmú szénhidrogének,

d) nitrogéntartalmú szénhidrogének, nevezetesen aminok, amidok, nitrovegyületek vagy nitrátvegyületek, nitrilek, cianátok, izocianátok,

e) foszfortartalmú szénhidrogének,

f) halogénezett szénhidrogének,

g) szerves fémvegyületek,

h) műanyagok (polimerek, szintetikus szálak és cellulóz alapú szálak),

i) szintetikus gumik,

j) színezékek és pigmentek,

k) aktív felületű anyagok és felületaktív anyagok,

l) egyéb vegyipari létesítmények, alapvető szerves anyagok ipari méretű gyártására.

4.2. Vegyipari létesítmények, alapvető szervetlen anyagok, nevezetesen
a) gázok, nevezetesen ammónia, klór, hidrogén-klorid, fluor vagy hidrogén-fluorid, szén-oxidok, kénvegyületek, nitrogén-oxidok, hidrogén, kén-dioxid, karbonil-klorid (foszgén),
b) savak, nevezetesen krómsav, fluorsav, foszforsav, salétromsav, sósav, kénsav, óleum, kénessav,
c) lúgok, nevezetesen ammónium-hidroxid, kálium-hidroxid, nátrium-hidroxid,
d) sók, nevezetesen ammónium-klorid, kálium-klorát, kálium-karbonát, nátrium-karbonát, perborát, ezüstnitrát,
e) nemfémek, fémoxidok vagy egyéb szervetlen vegyületek, nevezetesen kalcium-karbid, szilícium, szilíciumkarbid,
f) egyéb vegyipari létesítmények, alapvető szervetlen anyagok ipari méretű
gyártására.
4.3. Vegyipari létesítmények foszfor, nitrogén vagy kálium alapú műtrágyák (egyszerű vagy összetett műtrágyák) gyártásához.
4.4. Vegyipari létesítmények növényvédő szer hatóanyagok és biocidek gyártásához.
4.5. Gyógyszeralapanyagok gyártására kémiai vagy biológiai folyamatokat felhasználó létesítmények.
4.6. Vegyipari létesítmények robbanóanyagok gyártására.

5. Hulladékkezelés (radioaktív hulladékok és települési folyékony hulladékok szennyvíztisztítási eljárással történő kezelése kivételével)
5.1. Veszélyes hulladékok ártalmatlanítását (beleértve az égetést) végző telephelyek 10 tonna/nap kapacitáson felül.
5.2. Kommunális hulladékégető berendezések 3 tonna/óra kapacitáson felül.
5.3. Nem veszélyes hulladékok ártalmatlanítását végző telephelyek 50 tonna/nap kapacitáson felül.
5.4. Hulladéklerakók 10 tonna/nap feltöltési kapacitáson felül vagy 25 000 tonna teljes befogadó kapacitáson felül, az inert hulladékok lerakóinak kivételével.

6. Papíripar
Ipari üzemek a következő termékek gyártására:
a) faanyagból származó pép (cellulóz) vagy egyéb szálas anyagok,
b) papír és karton 20 tonna/nap termelési kapacitáson felül.

7. Textilipar
Üzemek textilanyagok előkészítésére (olyan műveletek mint mosás, fehérítés, mercerezés) vagy szálas anyagok, fonalak és kelmék színezése, nyomása, kikészítése, ahol a kezelés kapacitása meghaladja a 10 tonna/nap értéket.

8. Bőripar
Üzemek állati bőrök és nyersbőrök kikészítésére, ahol a kezelési kapacitás meghaladja a 12 tonna kikészített termék/nap értéket.

9. Élelmiszeripar
9.1. Vágóhidak 50 tonna vágott súly/napnál nagyobb termelési kapacitással.
9.2. Élelmiszer-termékek termeléséhez kezelő és feldolgozó üzemek
a) állati nyersanyagokból kiindulva (tejen kívül) 75 tonna/napnál nagyobb késztermék termelő kapacitással,
b) növényi nyersanyagokból kiindulva 300 tonna/napnál nagyobb késztermék termelő kapacitással (negyedévi átlagban).
9.3. Tej kezelése és feldolgozása, ahol a beérkezett tej mennyisége nagyobb mint 200 tonna/nap (évi átlagban).

10. Állati anyagok feldolgozása
Létesítmények állati tetemek és állati hulladékok ártalmatlanítására vagy újrafeldolgozására 10 tonna/napnál nagyobb kezelési kapacitással.

11. Nagy létszámú állattartás
Létesítmények intenzív baromfi- vagy sertéstenyésztésre, több mint
a) 40 000 férőhely baromfi számára,
b) 2000 férőhely (30 kg-on felüli) sertések számára,
c) 750 férőhely kocák számára.

12. Gépipar, fémfeldolgozás
Anyagok, tárgyak vagy termékek felületi kezelésére szerves oldószereket használó létesítmények, különösen felületmegmunkálásra, nyomdai mintázásra, bevonatolásra, zsírtalanításra, vízállóvá tételre, fényesítésre, festésre, tisztításra vagy impregnálásra, 150 kg/óra vagy 200 tonna/év oldószer-fogyasztási kapacitás felett.

13. Bányászat
13.1. Szénbányászat 100 ezer t/év szén bányászatától, külszíni bányászat esetén 25 ha területtől is.
13.2. Kőolaj-kitermelés éves átlagban 500 t/nap-tól, földgázkitermelés éves átlagban 500 ezer m^3/nap-tól.
13.3. Uránércbányászat 100 ezer t/év uránérc bányászatától.
13.4. Fémtartalmú ércek bányászata: vasérc esetén 1 millió t/év, nemvas fémek esetén 100 ezer t/év bányászatától.

14. Egyéb létesítmények
Létesítmények szén (jól kiégetett szén) termelésére vagy elektrografit termelésére égetéssel vagy grafitizációval.

Előzetes vizsgálat

A környezethasználó előzetes vizsgálatot köteles kezdeményezni az illetékes környezetvédelmi felügyelőségnél, amelyhez mellékelnie kell előírt tartalommal készített előzetes vizsgálati dokumentációt, amely nem olyan részletes, mint a KHT.

Az előzetes vizsgálati dokumentáció fő elemei a következők:
a) a tervezett tevékenység célja;
b) a tervezett tevékenység számításba vett változatainak alapadatai
ba) a tevékenység volumene,
bb) a telepítés és a működés (használat) megkezdésének várható időpontja és időtartama, a kapacitáskihasználás tervezett időbeli megoszlása,
bc) a tevékenység helye és területigénye, az igénybe veendő terület használatának jelenlegi és a településrendezési tervben rögzített módja,
bd) a tevékenység megvalósításához szükséges létesítmény(ek) (felsorolása és helye),
be) kapcsolódó műveletek,
bf) a tervezett technológia, illetve, ahol nem értelmezhető, a tevékenység megvalósításának leírása (ideértve az anyagfelhasználás főbb mutatóinak megadását),
bg) Magyarországon új, külföldön már alkalmazott technológia bevezetése esetében külföldi referencia,
bh) a tevékenységhez szükséges teher- és személyszállítás nagyságrendje (szállításigényessége), szolgáltatást nyújtó tevékenységnél a szolgáltatást igénybe vevők által keltett jármű- és személyforgalomé is,
bi) a már tervbe vett környezetvédelmi létesítmények és intézkedések,
bj) a ba)-bi) pont szerinti adatok bizonytalansága (rendelkezésre állása), megadva azt, hogy a tervezés mely későbbi szakaszában és milyen információk ismeretében lehet azokat pontosítani,
bk) a telepítési hely lehatárolása térképen, megjelölve a telepítési hely szomszédságában meglévő, illetve - a településrendezési tervben szereplő - tervezett területfelhasználási módokat;
c) a számításba vett változatok összefüggése olyan korábbi, különösen terület- vagy településfejlesztési, illetve rendezési tervekkel, infrastruktúra-fejlesztési döntésekkel és természeti erőforrás felhasználási vagy védelmi koncepciókkal, amelyek befolyásolták a telepítési hely és a megvalósítási mód kiválasztását;
d) nyomvonalas létesítménynél a tervezett nyomvonal továbbvezetésének és távlati kiépítésének ismertetése, és a továbbvezetés tervezése során figyelembe vett környezeti szempontok, feltárt környezeti hatások összegzése;
e) a b) pontban számításba vett változatok környezetterhelése és környezet-igénybevétele (a továbbiakban együtt: hatótényezők) várható mértékének előzetes becslése a tevékenység szakaszaiként elkülönítve, az esetlegesen környezetterhelést okozó balesetek vagy meghibásodások előfordulási lehetőségeire figyelemmel;
f) a környezetre várhatóan gyakorolt hatások előzetes becslése, különösen

fa) a hatótényezők milyen jellegű hatásfolyamatokat indíthatnak el, új telepítésnél annak becslése is, hogy a terület állapota és funkciói miként változhatnak meg a telepítés következtében,
fb) a hatásfolyamatok milyen területekre terjedhetnek ki; e területeket térképen is körül kell határolni,
fc) az fb) pont szerinti területről rendelkezésre álló környezeti állapot, területhasználati és demográfiai adatok, valamint a hatásfolyamatok jellegének ismeretében milyen és mennyire jelentős környezeti állapotváltozások (hatások) léphetnek fel.

A felügyelőség az előzetes vizsgálatba bevonja a környezet- vagy természetvédelemmel összefüggő hatáskörrel rendelkező hatóságokat. A felügyelőség meghatározza a környezeti hatástanulmány (KHT) és az EKHE iránti kérelem tartalmi követelményeit, valamint dönt a KHV eljárás és az EKHE eljárás összevonhatóságáról vagy összekapcsolhatóságáról.

A környezeti hatástanulmány általános tartalmi követelményei
A helyszíni vizsgálatokkal alátámasztott környezeti hatástanulmánynak - az előzetes vizsgálatban elfogadott változat(ok)ra a felügyelőség által meghatározott mélységben és részletezettségben - a következőket kell tartalmaznia:
1. Az előzmények összefoglalása, különösen
a) a felügyelőség és a szakhatóságok állásfoglalásai, a nyilvánosság észrevételei az előzetes vizsgálatban;
b) a környezeti hatástanulmány kidolgozásának menete;
c) a környezethasználó által korábban számba vett fő változatok és azoknak a fő okoknak a megjelölése, amelyek e korábbi változatok közüli választását - figyelembe véve a környezeti hatásokat - indokolták.
2. A tervezett tevékenység számba vett változata(i)nak részletes leírása, különösen
a) az előzetes vizsgálati dokumentáció szerinti alapadatok részletezése, megjelölve azt, ha az ott leírtakhoz képest változás történt;
b) az egyes hatótényezők részletezése
ba) a hatótényező jellege, nagysága, időbeli változása, térbeli kiterjedése,
bb) a hatótényező a tevékenység mely szakaszában jelenik meg, s az adott szakaszon belül a tevékenység mely részéhez rendelhető hozzá, mely környezeti elemeket érinti;
c) az esetlegesen környezetterhelést okozó balesetek, meghibásodások lehetőségei, az ebből származó hatótényezők.
3. A hatásfolyamatok és a hatásterületek leírása
a) A hatótényezők kiváltotta hatásfolyamatokat környezeti elemenként külön-külön és környezeti rendszerként összességükben is elemezni kell. Fel kell tárni a közvetetten érvényesülő hatásfolyamatokat is;
b) A hatásterületek kiterjedését a következőkben részletezetteknek megfelelően kell meghatározni, és térképen is be kell mutatni;

c) A hatásterületnek a tevékenység megvalósítása nélkül fennálló környezeti állapotát is le kell írni. A leírásnak

ca) csak azokra a tényezőkre kell kiterjednie, amelyek ismeretére a tevékenység miatt várható változásokkal való összevetésnél szükség van;

cb) a környezeti állapot - a tevékenység megvalósításától független - várható változását is tartalmazni kell, amennyiben a rendelkezésre álló adatok ezt lehetővé teszik;

cc) új telepítés esetén tartalmaznia kell

cca) a telepítés helyeként kiválasztott terület jelenlegi állapotának ismertetését, különösen a természeti és épített környezet értékei, a tájkép és a tájhasználat bemutatását,

ccb) a terület környezet-, természet- és tájvédelmi funkcióinak elemzését.

4. A várható környezeti hatások becslése és értékelése

a) a bekövetkező környezeti állapotváltozások jellemzése az érintett környezeti elemek és rendszerek szerint, különösen az alábbi tényezők figyelembevételével:

aa) a hatás erőssége, tartóssága, visszafordíthatósága, térbeli kiterjedése és időbeli eloszlása, kedvező vagy kedvezőtlen mivolta,

ab) a hatás hozzáadódhat-e más tevékenységek hatásaihoz,

ac) az érintett környezeti elem vagy rendszer védettsége, környezet-, természet- vagy tájvédelmi funkcióinak megváltozása,

ad) a településkarakter (településkép, településszerkezet) megváltozása,

ae) tájkép, tájhasználat, tájszerkezet megváltozása,

af) a veszélyeztetett vagy várhatóan károsodó, megsemmisülő természeti és épített környezet értékeinek ritkasága, pótolhatósága,

ag) a veszélyeztetett vagy várhatóan károsodó, megsemmisülő természeti erőforrások pótolhatósága,

ah) a környezetkárosodás elkerülésének, mérséklésének lehetőségei;

b) ha a környezetállapot változása a lakosság egészségi állapotának kedvezőtlen megváltozását okozhatja, akkor a környezet-egészségügyi hatások ismertetésekor meg kell adni különösen

ba) a hatásterületen élő lakosság számát, korösszetételét, mortalitási és morbiditási adataik értékelését, a hatásokra érzékeny csoportjait,

bb) a lakosságot érő környezetterhelés becslését alapul véve az érintettek egészségi állapotára gyakorolt rövid és hosszú távú hatások ismertetését,

bc) amennyire számszerűsíthető, az egészségi kockázat mértékét,

bd) az egészségkárosodás elkerülésének, mérséklésének, az egészségi kockázat elfogadható mértékűre való csökkentésének lehetőségeit;

c) a környezet állapotának változása miatt várható közvetlen gazdasági és társadalmi következmények becslése, amennyiben lehetséges, különösen:

ca) a bekövetkező károk és felmerülő költségek,

cb) a hatásterületek használatának és használhatóságának megváltozása, és az ennek következtében esetleg beálló életminőség és életmódbeli változások.

5. Nemzetközi környezeti hatásvizsgálati eljárás esetében külön fejezetben összefüggően kell ismertetni az országhatáron átterjedő környezeti hatások vizsgálatát, különösen
a) a hatásviselő fél és nyilvánossága által adott észrevételek figyelembevételének módját;
b) az országhatáron túli hatásokat kiváltó hatótényezőket, illetve eseményeket;
c) az országhatáron átterjedő hatásfolyamatokat;
d) e hatásfolyamatokra érzékeny hatásviselőket, a hatásviselő fél által közölt adatokat is alapul véve, valamint azok várható állapotváltozásait;
e) az országhatáron túli hatásterületek lehatárolását;
f) az országhatáron túli hatásokat megelőző vagy elfogadható mértékűre csökkentő intézkedéseket, nyomon követésükhöz, ellenőrzésükhöz szükséges utólagos méréseket és megfigyeléseket;
g) a felhasznált adatok forrását és a vizsgálati módokat.
6. Környezetvédelmi intézkedések
a) a lehetséges igénybevettséget, szennyezettséget és károsítást megelőző, csökkentő, kompenzáló, illetve elhárító intézkedések meghatározása;
b) a környezetet érő hatások mérésének, elemzésének módja a tevékenység folytatása során;
c) az utóellenőrzés módja a tevékenység felhagyását követően.
7. Egyéb adatok
a) a környezeti hatástanulmány összeállításához felhasznált adatok forrása, az alkalmazott módszerek, azok korlátai és alkalmazási körülményei, az előrejelzések érvényességi határai (valószínűsége), a tanulmány összeállításához szükséges információkkal kapcsolatban felmerült nehézségek, bizonytalanságok;
b) a felhasznált tanulmányok listája, a tanulmányokhoz való hozzáférés módja;
c) azoknak az adatoknak a megjelölése, amelyek törvény értelmében állam- vagy szolgálati titoknak minősülnek, vagy a környezethasználó szerint üzleti titkot képeznek;
d) annak jelzése, hogy a környezeti hatástanulmány mely részeire vonatkoznak a szellemi alkotás védelméhez fűződő jogok.
8. Közérthető összefoglaló
a) a tevékenység lényegének ismertetése;
b) a hatásfolyamatok és a hatásterületek bemutatása;
c) a környezeti hatások becslése, értékelése;
d) a környezeti állapotváltozások által érintett emberek egészségi állapotában, életminőségében és életmódjában várható változások;
e) a környezet és az emberi egészség védelmére foganatosítandó intézkedések.

A hatásterület az a lehatárolható terület, amelyre a tevékenység által előidézett hatásfolyamat kiterjed. Meghatározása összetett feladat.

A környezeti hatástanulmány készítésekor a hatásterület meghatározása során a következőket kell figyelembe venni

I. Hatásterület típusok

1. A közvetlen hatások területei: az egyes hatótényezőkhöz hozzárendelhető területek, amelyek lehetnek

a) a földbe, vízbe, levegőbe való egyes anyag- vagy energiakibocsátások terjedési területei az érintett környezeti elemben, valamint

b) a föld, víz, élővilág, épített környezet közvetlen igénybevételének területei.

2. A közvetett hatások területei: a közvetlen hatások területein bekövetkező környezeti állapotváltozások miatt továbbterjedő hatásfolyamatok terjedési területe azon környezeti elemek és rendszerek szerint, amelyeket valamely, hatásfolyamat érint.

3. A teljes hatásterület: a közvetlen és közvetett hatások területeinek együttese.

II. A hatásterület meghatározásának szempontjai

1. A közvetlen hatások területeinek meghatározásához meg kell adni az érintett környezeti elemek szerint is

a) a kibocsátások terjedési területeinek becslését a kibocsátás jellegének, a feltételezhető terjedési viszonyoknak és az érintett környezeti elem közvetítőképességének figyelembevételével, valamint

b) a környezet közvetlen igénybevételének területeit a telepítési hely változatok és a tervezési adatok szerint.

2. A közvetlen hatások területei azok ahol

a) a kibocsátás még észlelhető és feltehetően változást okoz az érintett környezeti elem állapotában,

b) a környezet közvetlen igénybevételét tervezik.

E területek közül meg kell nevezni azokat, ahonnan a kibocsátás vagy igénybevétel által kiváltott hatásfolyamat más környezeti elemen keresztül feltételezhetően továbbterjedhet.

3. A közvetlen hatások területeit hatótényezőnként és a tevékenység szakaszainak (telepítés, megvalósítás, felhagyás) megfelelően, valamint az esetleges meghibásodás vagy baleset hatásterülete szerint is meg kell adni.

4. A közvetett hatások területeinek nagyságát becsléssel, a környezet állapotának már ismert adatai és a feltételezett hatásfolyamatokról való korábbi tapasztalatok és a tudományos ismeretek alapján, az érintett környezeti elem vagy rendszer közvetítőképességének és érzékenységének figyelembevételével kell megadni.

5. A teljes hatásterület meghatározásakor azokat a területeket kell figyelembe venni, ahol a lefolytatott vizsgálatok és előrejelzések alapján valamely környezeti elemben és rendszerben, közvetve vagy közvetlenül (negatív vagy pozitív) állapotváltozás várható, megjelölve, hogy

a) a hatásterület egyes részei mely környezeti elemre és rendszerre és a tevékenység mely szakaszára vonatkoznak,

b) e részeken belül hogyan változik a hatás erőssége és időtartama,

c) mely területeken összegeződnek különféle hatások.

A felügyelőség az ügyben rendelkezésre álló összes adat alapján dönt, és határozattal

a) kiadja a tevékenység gyakorlásához szükséges környezetvédelmi engedélyt, az érvényesítendő feltételekkel (pl. rendszeres környezetvédelmi és természetvédelmi ellenőrzés, ideértve mérő-, megfigyelő-, ellenőrző rendszer kialakítását), vagy

b) a kérelmet elutasítja,

A környezetvédelmi engedély érvényességi ideje

a) öt év, de az engedély határozatlan időre is megadható,

b) az új módszerek, termékek kifejlesztésére vagy kipróbálására szolgáló tevékenységeknél legfeljebb két év.

Az egységes környezethasználati engedély (EKHE) iránti kérelem tartalmi követelményei

Az engedély iránti kérelemnek mindenképpen tartalmaznia kell az alábbiak részletes ismertetését:

a) az engedélykérő azonosító adatai (KÜJ számmal),

b) a létesítmény, tevékenység telepítési helyének jellemzői (KTJ számmal és létesítmény azonosító számmal),

c) a létesítmény által igénybe vett terület helyszínrajza a szennyező források bejelölésével, egységes országos vetületi rendszer (EOV) koordináták feltüntetésével,

d) a létesítmény, illetve az ott folytatott tevékenység és annak jellemző termelési kapacitása, beleértve a telephelyen lévő műszakilag kapcsolódó létesítményeket,

e) az alkalmazott elérhető legjobb technika ismertetése,

f) a létesítményben, illetve technológiában felhasznált, valamint az ott előállított anyagok, illetve energia jellemzői és mennyiségi adatai,

g) a létesítmény szennyező forrásai,

h) a létesítményből származó kibocsátások minőségi és mennyiségi jellemzői, valamint várható környezeti hatásai a környezeti elemek összességére vonatkozóan,

i) a létesítményben folytatott tevékenység hatásterületének meghatározása a szakterületi jogszabályok figyelembevételével, kiemelve az esetleges országhatáron átterjedő hatásokat,

j) a létesítményből származó kibocsátás megelőzésére, vagy amennyiben a megelőzés nem lehetséges, a kibocsátás csökkentésére szolgáló technológiai eljárások és egyéb műszaki megoldások, valamint ezeknek a mindenkori elérhető legjobb technika való megfelelése,

k) szükség esetén a hulladék keletkezésének megelőzésére, a keletkezett hulladék hasznosítására, valamint a nem hasznosítható hulladék környezetszennyezést, illetve -károsítást kizáró módon történő ártalmatlanítására szolgáló megoldás,

l) minden olyan intézkedést, amely az energiahatékonyságot, a biztonságot, a szennyezések megelőzését, illetve csökkentését szolgálják, különös tekintettel az elérhető legjobb technika alkalmazásával kapcsolatosan meghatározott követelmények teljesülésére,

m) a létesítményből származó kibocsátások mérésére (monitoring), folyamatos ellenőrzésére szolgáló módszerek, intézkedések,

n) az engedélykérő által tanulmányozott főbb alternatívák rövid leírása,

o) biztosítékadási és céltartalék képzéssel kapcsolatos, külön jogszabályban meghatározott adatokat.

A felügyelőség az EKHE-re vonatkozó határozatában intézkedéseket, környezetvédelmi követelményeket, valamint kibocsátási határértékeket és azok teljesítésére határidőt határoz meg, különös tekintettel a következőkben felsorolt szennyező anyagokra.

Levegő
1. Kén-dioxid és egyéb kéntartalmú vegyületek
2. Nitrogén-oxidok és egyéb nitrogéntartalmú vegyületek
3. Szén-monoxid
4. Illékony szerves vegyületek
5. Fémek és vegyületeik
6. Por (szilárd anyag)
7. Azbeszt (lebegő részecskék, szálak)
8. Klór és vegyületei
9. Fluor és vegyületei
10. Arzén és vegyületei
11. Cianidok
12. Anyagok és készítmények, amelyekről bebizonyosodott, hogy mutagén vagy karcinogén tulajdonságaik vannak, vagy amelyek a levegő közvetítésével befolyással lehetnek a reprodukcióra
13. Poliklórozott dibenzo-dioxinok és poliklórozott dibenzo-furánok
Felszíni víz
1. Szerves halogén vegyületek és olyan anyagok, amelyek a vízi környezetben ilyen vegyületeket képezhetnek
2. Szerves foszfortartalmú vegyületek
3. Szerves ónvegyületek
4. Anyagok és készítmények, amelyekről bebizonyosodott, hogy mutagén vagy karcinogén tulajdonságaik vannak, vagy amelyek a vízi környezet közvetítésével hatással lehetnek a reprodukcióra
5. A környezetben tartósan megmaradó szénhidrogének, valamint a környezetben tartósan megmaradó és az élő szervezetben való felhalmozódásra hajlamos szerves mérgező anyagok
6. Cianidok
7. Fémek és vegyületeik
8. Arzén és vegyületei
9. Biocidek és növényvédő szerek
10. Szuszpendált anyagok
11. Eutrofizációt okozó anyagok (különösen nitrátok és foszfátok)
12. Az oxigén-háztartásra kedvezőtlenül ható anyagok (és amelyeket mérni lehet a BOI, KOI stb. jellemzőkkel).

Az egységes környezethasználati engedély meghatározott időre, de legalább öt évre adható meg. Az engedélyben foglalt követelményeket és előírásokat legalább ötévente a környezetvédelmi felülvizsgálatra vonatkozó szabályok szerint felül kell vizsgálni.

A nyilvánosság bevonása az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásba

A környezethasználónak a felülvizsgálati dokumentációhoz csatolnia kell az abban foglaltak nyilvánosságra hozatalára alkalmas közérthető összefoglalót. A közérthető összefoglaló tartalmazza a tevékenység ismertetését, a hatásterület bemutatását; a tevékenység várható kibocsátásait és ezek környezetre, emberi egészségre gyakorolt hatásait.

A felügyelőség a környezethasználó kérelmének benyújtását követően legalább egy helyi vagy országos napilapban és a honlapján közleményt tesz közzé, amely a külön törvényben meghatározottakon túl tartalmazza:

a) az eljáró felügyelőség megnevezését, székhelyét, elérhetőségét;

b) környezeti hatásvizsgálat megindításának tényét;

c) azt, hogy folyamatban van-e nemzetközi hatásvizsgálati eljárás;

d) azt, hogy milyen módon történik a tájékoztatás és milyen lehetőségek lesznek az észrevételek megtételére, kérdések feltevésére;

e) milyen döntéseket hozhat a felügyelőség.

A települési önkormányzat jegyzője kifüggesztéssel vagy közterületen való közzététellel, illetőleg a helyben szokásos egyéb módon kihirdeti a folyamatban lévő eljárást.

A KHV és az EKHE összekapcsolása

Amennyiben az előzetes vizsgálatban hozott határozat szerint lehetőség van a környezeti hatásvizsgálati eljárás és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárás összevont lefolytatására, az összevont eljárást a 314/2005.(XII.25.) Korm. rendeletben foglalt rendelkezések szerint kell végrehajtani.

7.2.3 A környezeti hatásvizsgálat (KHV) módszertani kérdései

A környezeti hatástanulmány kidolgozásának fő lépései:

A KHV elvégzése

- helyzetfeltárás,
- a környezeti helyzet előrejelzése
    - a beruházás nélküli jövőbeni állapotra,
    - a beruházás megvalósulásának esetére a különböző beruházási változatokra,
- javaslatok kidolgozása a környezeti helyzet javítása érdekében.

A környezeti hatásvizsgálatokban leggyakrabban alkalmazott módszerek:

- „ad hoc" módszerek,
- ellenőrző jegyzékek,
- mátrixok,
- átfedések módszere (a terület felhasználási térképek szuperpozíciója),
- hálózatok, rendszerdiagramok,
- kvantitatív vagy index módszerek,
- modellek.

A ténylegesen végzett hatásvizsgálatokban az említett eljárások egyes elemeit legtöbbször kombináltan használják.

„Ad hoc" módszerek

A környezeti hatások leggyakrabban használt megközelítési, értékelési eljárása az un. „ad hoc" módszer, amelyet egy adott feladathoz a vizsgálatot végző intézmény alakít ki. Lényege az, hogy a célfeladatból kiindulva – előzetesen kidolgozott sémák, értékelési elvek, tárgyalási mód mellőzésével – az adott egyedi körülmények között, felsorolja a tervezett beruházás lehetséges hatásait a lakókörnyezetre, a vízminőségre, a flórára és faunára stb.
Amennyiben hatásvizsgálatot nem előre kidolgozott módszertan szerint végeznek, akkor a közreműködő szakértők minden esetben „ad hoc" módszerhez jutnak el. Eredetileg minden hatásvizsgálat „ad hoc" módszerrel történt és ma is előszeretettel alkalmazzák, mert nem tartalmaz kötöttségeket. Eredményessége és általános elterjedtsége ellenére – éppen egyedi jellege miatt – ez a megközelítési mód nem nyújt lehetőséget – a módszertant illetően – általánosítható következtetések levonására.

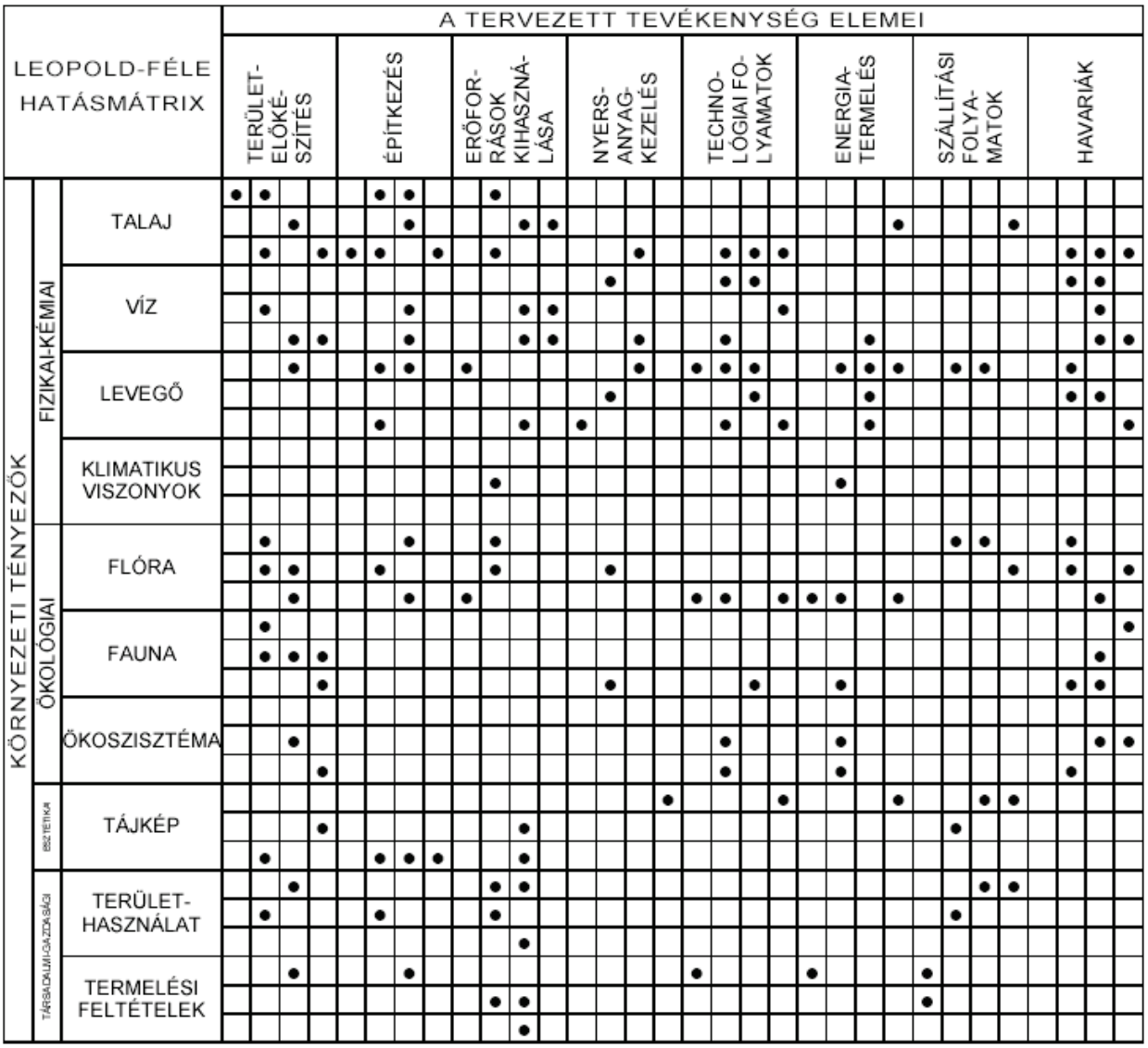
Ellenőrző jegyzékek alapján végzett hatásvizsgálat

Az ellenőrző jegyzékek szerint végzett hatásvizsgálat annyiban előrelépés az „ad hoc" módszerekhez képest, hogy katalógusszerűen, különböző mélységű részletezettséggel fölsorolja azokat a környezeti, társadalmi, gazdasági stb. tényezőket, amelyekre a vizsgálat során figyelemmel kell lenni.
A módszernek egyik első és legismertebb megjelenési formája vízgazdálkodási fejlesztések környezeti hatásainak előrebecslése volt. A kidolgozott eljárás főbb jellemzői a következők:
A környezeti tényezők közül azokat tárgyalják részletesebben, amelyekre a fejlesztésnek előrebecsülhetően hatása lehet, így a biológiai, a fizikai jellemzőket, valamint a kulturális és a történelmi értékeket, de nem veszik figyelembe a társadalmi és a gazdasági tényezőket. Kiemelten foglalkoznak a vízszennyezés kérdésével. Javasolják, hogy a hatásokat – amennyiben az lehetséges – számszerűsíthető formában adják meg. Hangsúlyozzák, hogy a hatások értékelésénél nem szabad összesített, aggregált számokkal jellemezni a hatások súlyosságát, hanem azt minél több részletre kiterjedően, árnyaltabb megítélést eredményező részadatokkal célszerű megadni.

Hatásmátrixok

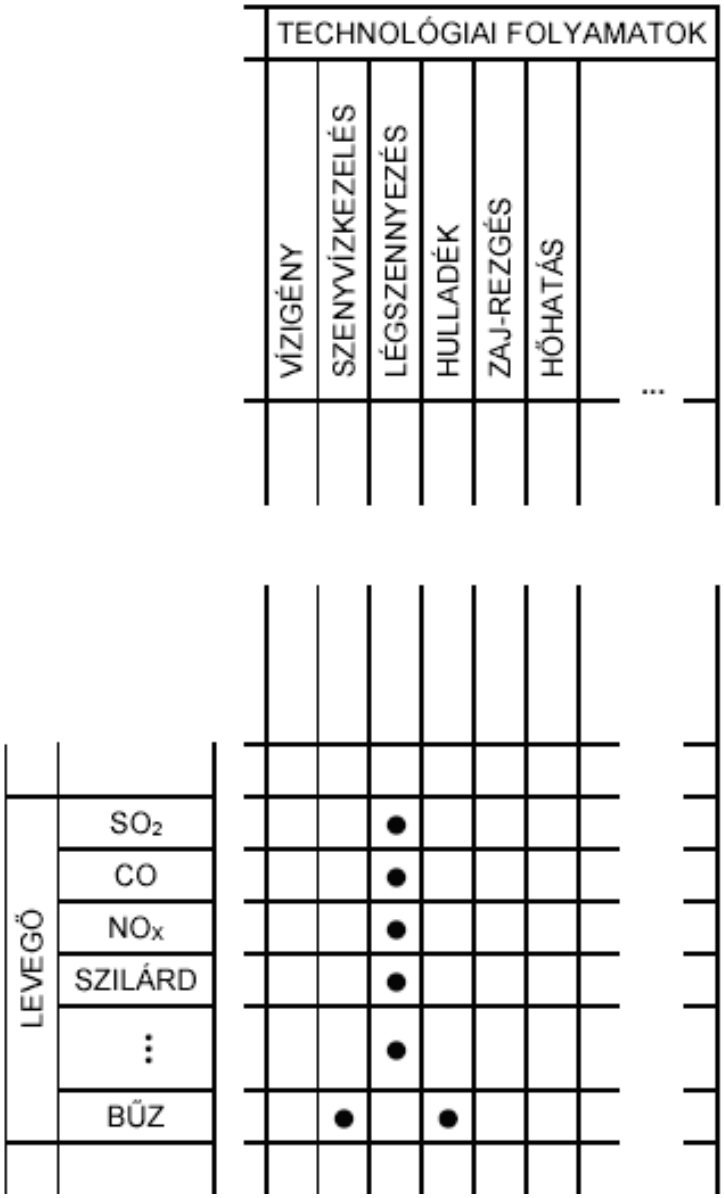
Általánosan használt módszer a – sok formában megjelenő – mátrix. Kiinduló pontja és a legismertebb a Leopold, valamint munkatársai által 1971-ben kidolgozott forma, amelynek függőleges oszlopaiban a fejlesztési tevékenység (telepítés, megvalósítás, felhagyás) egyes

mozzanatainak várható környezeti hatást okozó elemei, vízszintes soraiban pedig a környezetet jellemző tényezők szerepelnek.



7.2.3 – 1. ábra: A Leopold-féle hatásmátrix

A környezeti hatások a fejlesztési tevékenység minden egyes mozzanatának a felsorolt környezeti tényezőkkel való kölcsönhatásaiként értelmezettek. Amennyiben egy fejlesztési mozzanatnak van hatása valamely környezeti tényezőre, akkor a megfelelő négyzetet megjelölik. Bár a mátrixban 8800 hatást lehet identifikálni, *Leopold* becslése szerint az egyes beruházásoknál csupán a legfontosabb 25-50 hatást szükséges figyelembe venni. Az eredeti *Leopold*-féle hatásmátrix szükségtelenül sok tényezőt vesz tekintetbe és rendkívül terjedelmes volta miatt csak nehézkesen használható. Mivel gyakran alkalmazott módszertani segédeszközről van szó, a mátrix sok változata Egyetlen elem kibontása, pl. a levegőminőségre gyakorolt hatás szempontjából, részletezettebb helyzetfeltárást és hatásvizsgálatot eredményez .



7.2.3 - 2. ábra. A Leopold-féle hatásmátrix egy elemének részletesebb kibontása

A *Leopold* és munkatársai által kifejlesztett módszer segítségével az azonosított hatások nagysága és jelentősége is érzékeltethető. Mindkét jellemzőt 1-től 10-ig terjedő skálával adják meg, a növekvő nagyságnak és jelentőségnek megfelelően.

A gyakorlati alkalmazások során továbbfejlesztették a *Leopold*-féle hatásmátrixot. A hatások nagyságát és jelentőségét osztályozó skálát 0-tól 4-ig terjedőre tömörítették. Az időtényező figyelembevételét úgy oldották meg, hogy az egyes hatásoknál egymás után írt öt szám segítségével jellemezték a hatások időbeli lefutását. Például valamely hatás a beavatkozást rövid idővel követően nem jelentős, de a hatás jelentősége az idő múlásával növekszik (12344), a hatás változatlan marad (33333), a hatás kezdetben növekszik, majd csökken (23210) stb.

	12344	33333	23210	
	11000	00000	44111	
	00123	41111	23222	

7.2.3 - 3. ábra. A hatások időbeli változásának jelölése a Leopold-féle hatásmátrixban

Átfedések módszere (a területfelhasználási térképek szuperpozíciója)

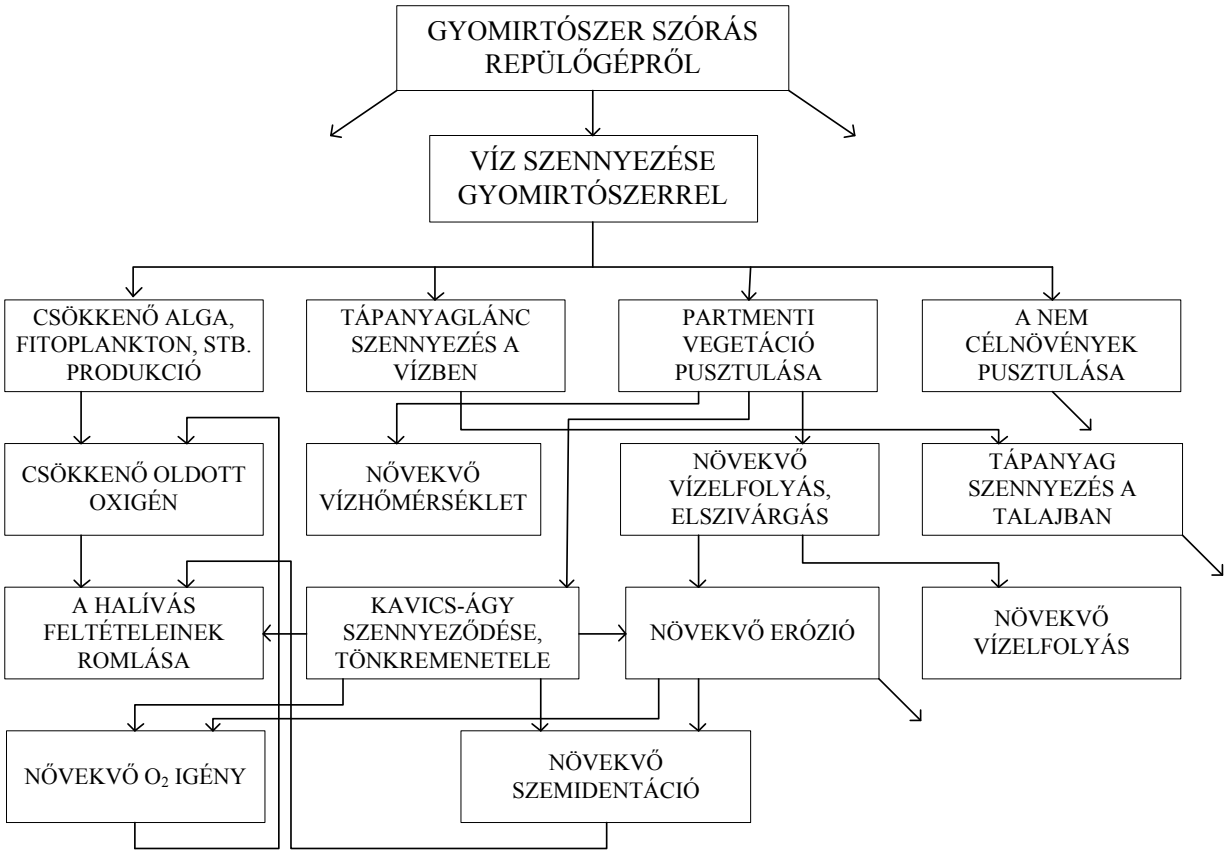
A területfelhasználási térképek szuperpozíciójának, átfedésének módszerét elsősorban építendő utak vonalvezetésének, vagy nagylétesítmények telepítési helyének kiválasztásában alkalmazzák.

Az eljáráshoz térképsorozatot készítenek, minden egyes térkép a vizsgált térség környezeti, gazdasági, illetve társadalmi viszonyait (vagy annak egyes aspektusait) külön-külön tartalmazza, a térképes ábrázolásban szokott módon, valamint számértékekkel jellemezve. Célszerű, hogy minél több térkép készüljön, tehát minél nagyobb részletességgel legyenek ismertek a viszonyok. A térképek egymásra helyezésével, az átfedések vizsgálata alapján meghatározhatók a tervezett beruházások telepítésének legkedvezőbb változatai.

A térképek és a térképeken szereplő viszonyok digitalizálása után az adatok számítógépes módszerrel tárolhatók és a legkülönfélébb csoportosításban és célokra újrafelhasználhatok. Egyes munkákhoz kapcsolódva nagyszámú környezeti, gazdasági, kulturális és társadalmi adatot gyűjtöttek és adtak meg lx1 km^2-es osztású hálózatban. Az adatgyűjtés és a digitalizálás igen munkaigényes, de ha az adatok egyszer már számítógépi adattárban vannak, akkor a kívánt célnak megfelelő térkép kirajzoltatása rövid időt vesz igénybe. Ilyen rendszer működik Bajorország Környezeti és Területfejlesztési Minisztériumában. Az adattár feltöltése mintegy 10 évet vett igénybe, ebben és az adattár szintentartásában mintegy 30 intézmény, valamint több ezer szakértő működik közre.

Hálózatok, rendszerdiagramok

Ezek a módszerek figyelembe veszik azt, hogy a környezeti rendszerek az egyes elemek közötti kölcsönhatások komplex hálózatából állnak. Az eljárást az 1970-es években dolgozták ki különböző földhasznosítási formák (pl. mezőgazdasági termelés, lakóterület növekedés stb.) környezeti hatásainak nyomon követésére. A hálózat segítségével feltárhatók egy új földhasznosítási mód környezeti hatásai, valamint a meglevő földhasznosítási formákkal való kompatibilitás problémái.



7.2.3 - 4. ábra. Példa a környezet egyes elemei közötti kölcsönhatások rendszerdiagramjára

A kidolgozott hálózatok nem szolgáltatnak információkat a hatások nagyságáról, jelentőségéről és valószínűségéről A hálózatok elsősorban arra alkalmasak, hogy valamennyi közvetlen és közvetett hatást figyelembe lehessen venni.

A csak ökológiai tényezőket tartalmazó rendszerek vizsgálata az ökológiai energetika módszerével is végezhető. A környezeti tényezőket az energiaáramok irányát és nagyságát (MJ, dB stb.) mutató vonalak kötik össze, a kumulatív hatások számszerűsített formában nyerhetők. Természetesen a módszerrel nem vehetők figyelembe a gazdasági és a társadalmi kölcsönhatások.

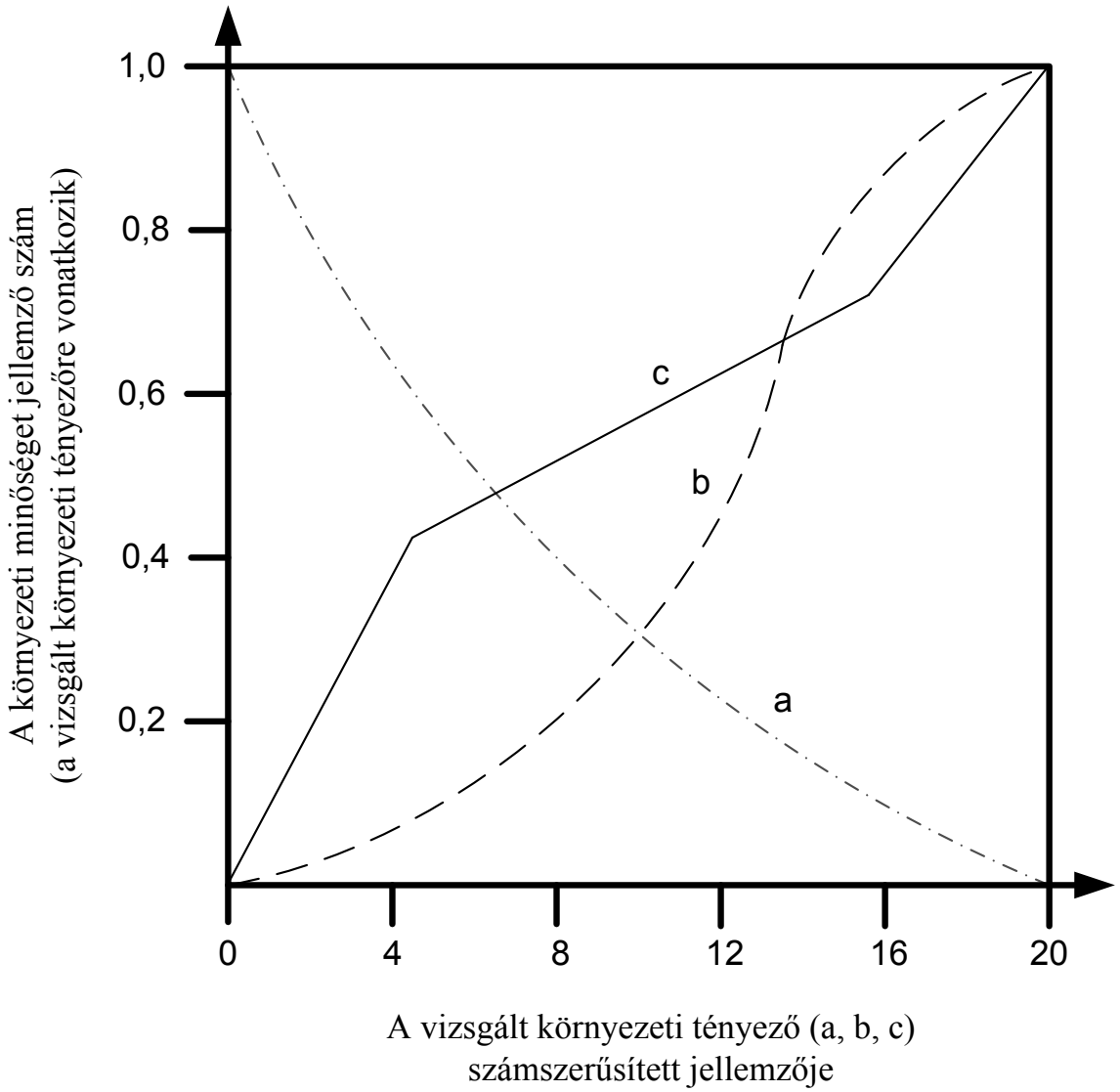
Kvantitatív vagy index módszerek

A legismertebb index módszert a *Batelle Intézet*ben (USA) dolgozták ki, vízgazdálkodási fejlesztések értékelésére. 74 számszerűsíthető, a környezeti minőséget befolyásoló környezeti, társadalmi és gazdasági tényezőt vettek figyelembe. Az egyes tényezők környezeti hatását 0 és 1 közötti számértékkel jellemezték, ahol az 1 érték felelt meg a legjobb környezeti minőségnek. Amennyiben az lehetséges volt, az egyes tényezők és a környezet minősége közötti kapcsolatot függvényekkel írták le: lásd ábrát. Az egyes tényezők relatív súlyának értékelése úgy történt, hogy a figyelembe vett tényezők között szakértőkből álló bizottság összesen 1000 súlyozó pontot osztott ki. A 74 környezeti hatás 0 és 1 közötti számértékeit beszorozva a súlyozó tényezőkkel, a teljes összegezett hatás számértékét kapták eredményül.

A különböző fejlesztési változatok összehasonlításánál a magasabb összérték jelenti a kedvezőbb alternatívát.

Modellek

Modellek használata alkalmas módszer a környezeti hatások előrebecslésére, különösen a területi tervezés vonatkozásában.



7.2.3 - 5. ábra. Példák a vizsgált környezeti tényező (a, b, c) számszerűsített jellemzője és a környezeti minőséget jellemző szám közötti függvénykapcsolatra

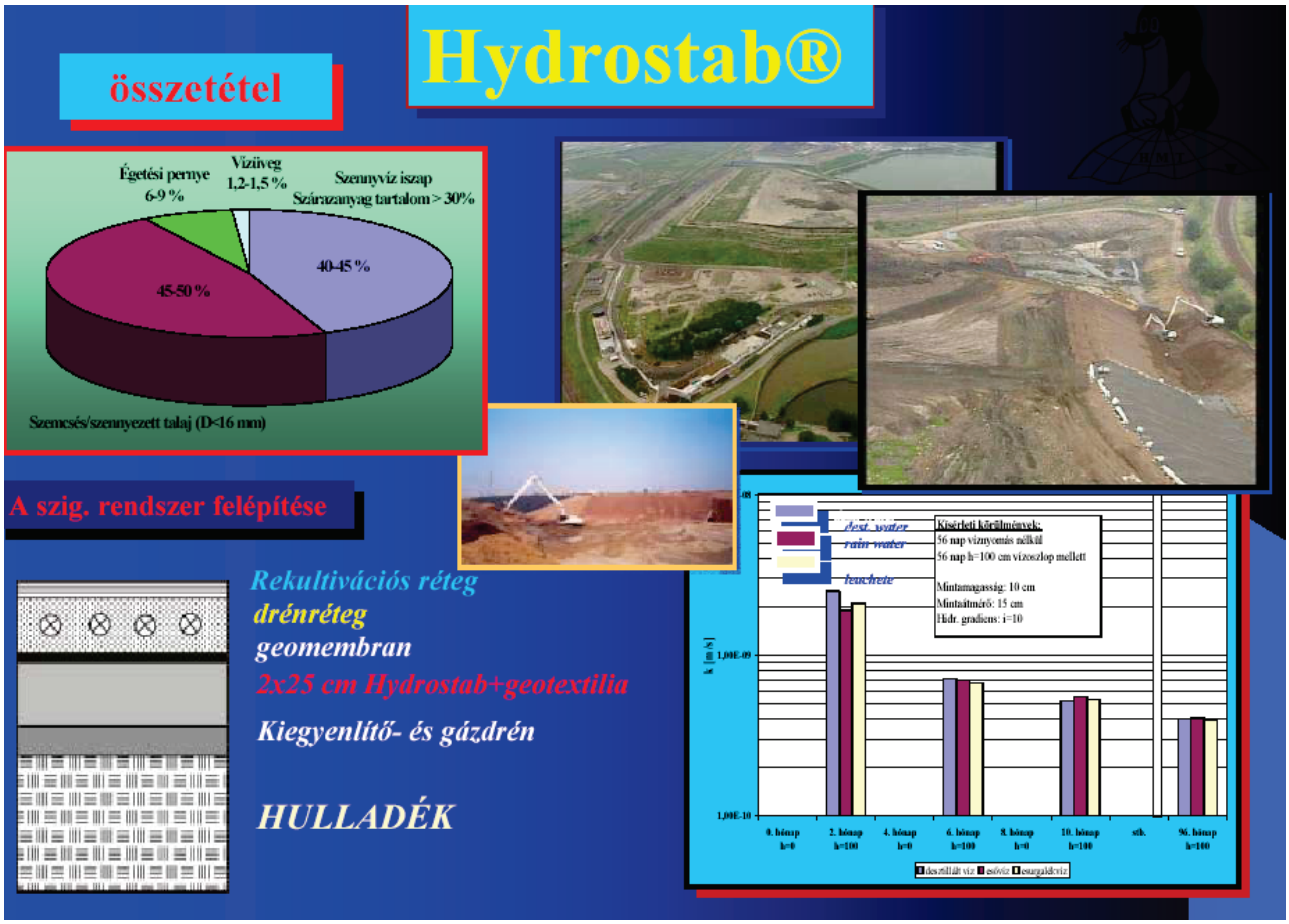
Például az u.n. Suzuki-modell három almodellt tartalmaz, nevezetesen a levegőszennyezésre, a vízszennyezésre és a szilárd hulladékok elhelyezésére kidolgozott modellt. Ezek segítségével vizsgálják a termelés, a fogyasztás és a környezetszennyezés közötti kapcsolatokat, annak érdekében, hogy a népességnövekedés és az ipari tevékenység megváltozása következtében a jövőben várható környezeti hatásokat előrebecsüljék. A modell lényegében a szennyezés

kibocsátások katasztere, amelynek inputjai a különböző társadalmi-gazdasági tényezők mint, pl. a népesség száma, az ipari termelés, az energiafogyasztás stb. A modellt a területi tervezésben lehet igen jól felhasználni. Részletezett elemzésre, egy-egy tervezett beruházás hatásainak előrebecslésére a modell nem alkalmas.

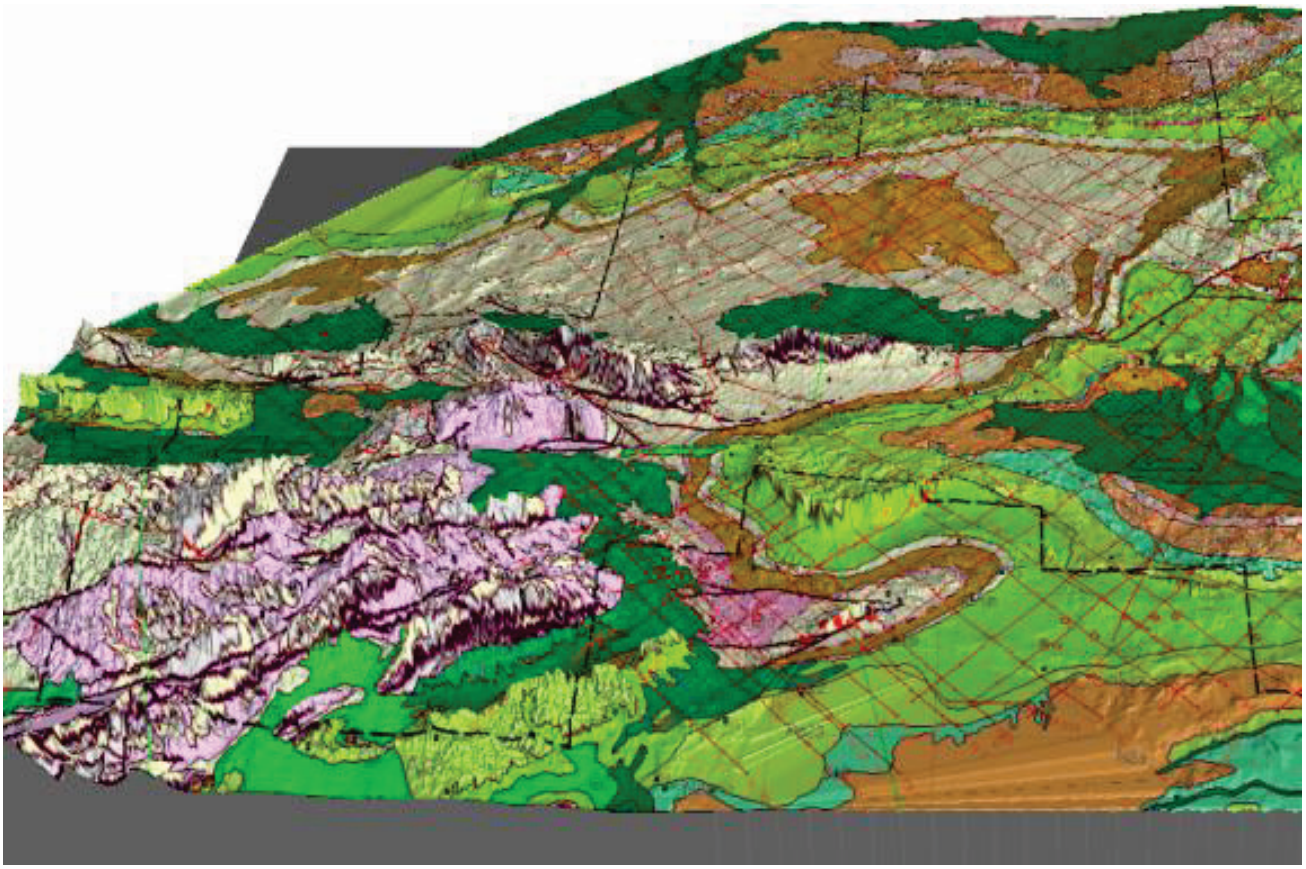
7.2.4 KHV és térinformatika

A KHV adatfeldolgozást segíti a térinformatika: olyan számítógépes programok használata, amelyek képesek térképi és a leíró adatok feldolgozására, összekapcsolására, lekérdezésére, megjelenítésére.

A KHV geometriai adatok lehetnek raszter (pl. kép, légi fotó, űrfelvétel) és vektor (vonalas térkép) formájúak. A leíró adatok lehetnek szövegek, diagramok, táblázatok. Néhány példát látunk erre az alábbi ábrákon.

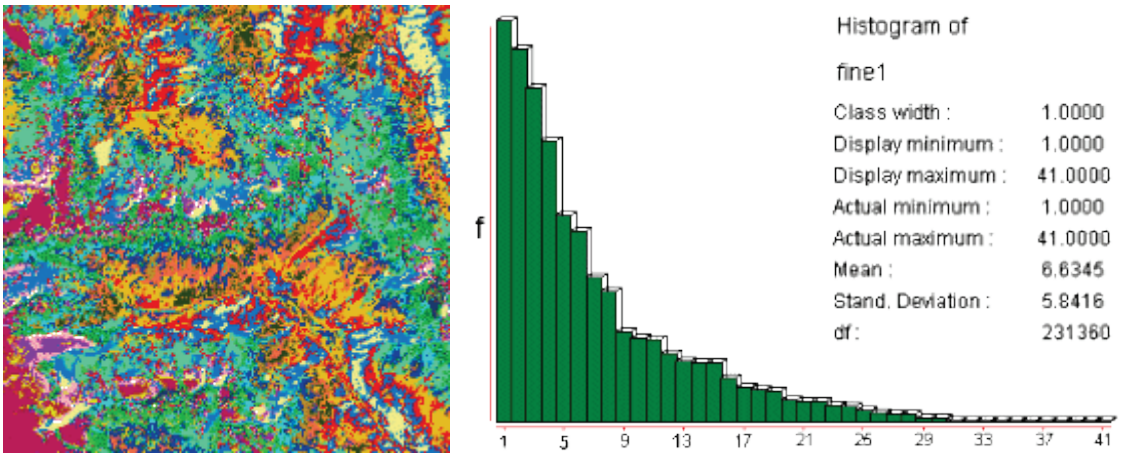


7.2.4 – 1. ábra: Légi felvételek és diagramok, forrás: http://www.hidrotanszek.hu/



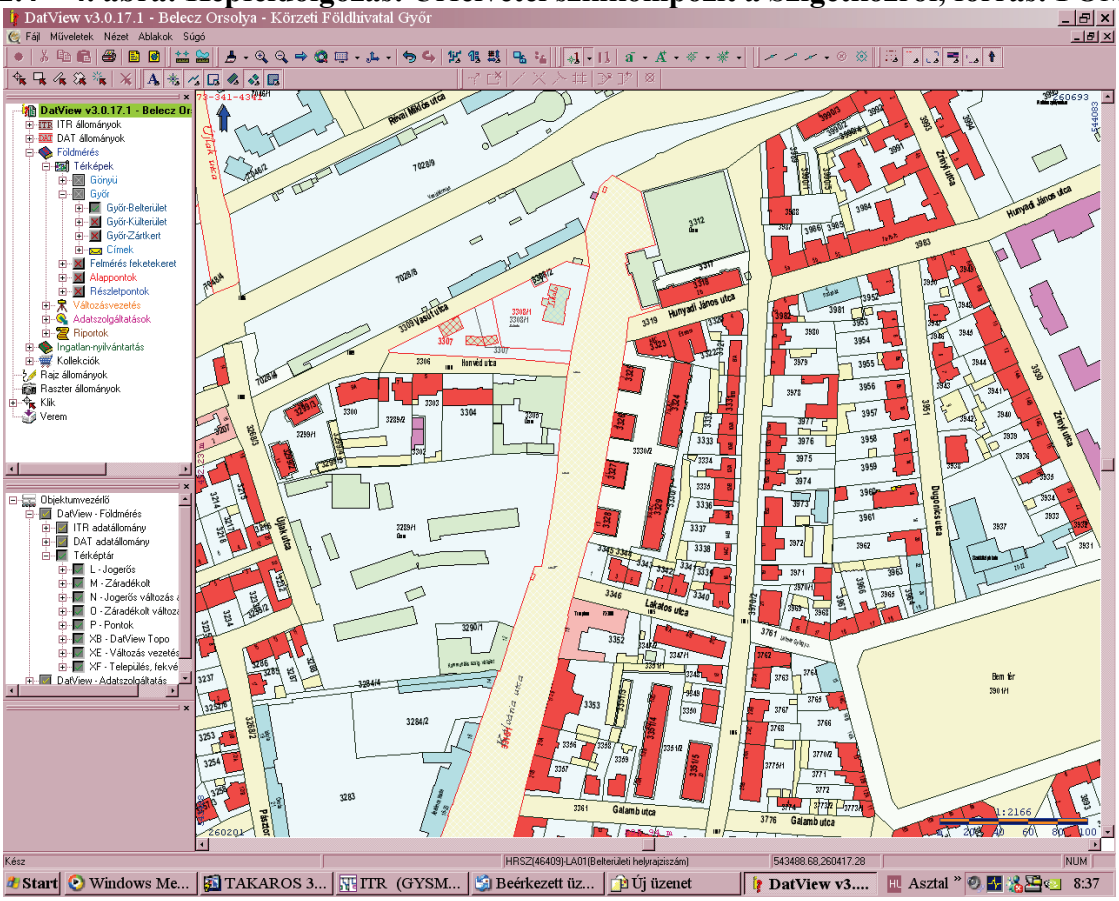
7.2.4 – 2. ábra: 3D-s felületmodell, geológiai térkép és szeizmikus vonalak szuperpozíciója

Forrás: http://lazarus.elte.hu/hun/hunkarta/tezis/elek/phd_elek.html

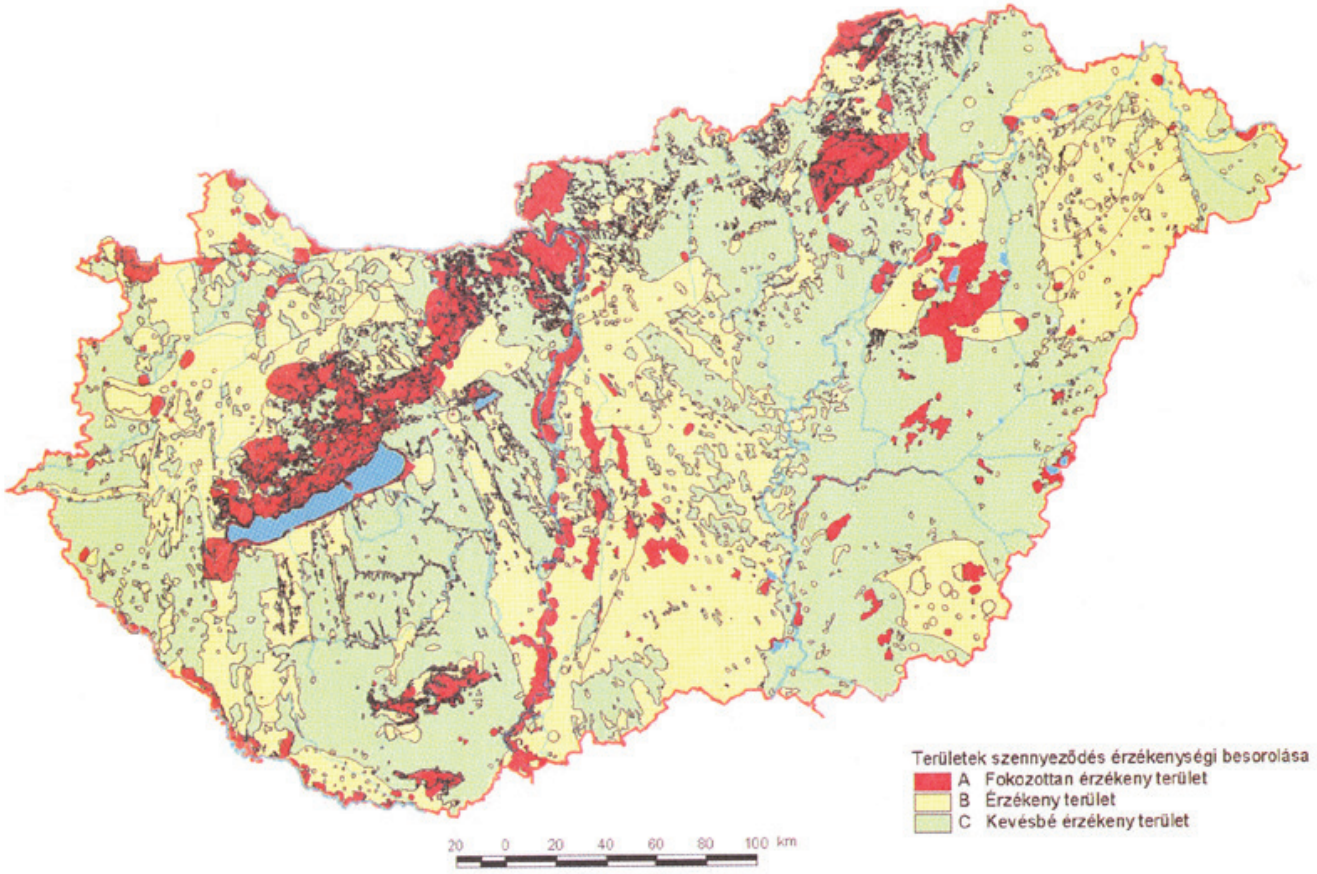


7.2.4 – 3. ábra: Képfeldolgozás: osztályozás és hisztogram, forrás: http://www.agt.bme.hu/tutor_h/idrisi/improc5a.htm

7.2.4 – 4. ábra: Képfeldolgozás: Űrfelvétel színkompozit a Szigetközről, forrás: FÖMI



7.2.4 –5. ábra Színnel kitöltött vektor térkép: nyilvántartási térkép DatView-ban, forrás: Földhivatal, Győr



7.2.4 – 6. ábra: Tematikus térkép: szennyeződés érzékenység, forrás: http://www.kvvm.hu/

Irodalom:
Kovács E.: Környezet állapot értékelés, környezeti monitoring. Magyarország környezeti állapota, HEFOP tananyag, 2007

7.3 Környezetirányítási Rendszerek

7.3.1 A Környezetirányítási Rendszer céljai, előnyei és áttekintései

Napjainkban a vállalatok nagyobb hangsúlyt fektetnek a környezetvédelmi jogszabályokank való megfelelésre mint néhány évvel ezelőtt. Ennek magyarázata egyelőre még elsősorbana környezetterhelési díjak növekedése és az EU szigorú szabályozása.
A jogi előírásoknak való megfeleléshez elengedhetetlen a vállalat számára, hogy tisztában legyen tevékenységének környezetre gyakorolt hatásával. A környezeti hatások felmérésének számos eszköze áll rendelkezésre.

A felmérést követően a vállalat tudatában lesz annak, hogy tevékenysége során hol keletkeznek a legynagyobb kibocsátások (szennyeződések),és hol vannak pazarlások, így olyan eljárásokat tud kidolgozni amelyekkel a szennyeződés és a pazarlások mértéke csökkenthető.

A keletkezett hulladék mennyiségének csökkentésére, újrahasznosítására, értékesítésére, a szennyvíz mennyiségének csökkentésére, ártalmatlanítására, a kevesebb anyag és energia felhasználásra stb. tett intézkedések a környezettudatos működés megvalósulását jelnti a vállalat életében. Azoknak a szervezetkenek, amelyek a környezetvédelmi szempontokat is figyelembe véve működnek célszerű egy olyan irányítási rendszert alkalmazni, amely a környezeti hatásokat és jogszabályokat folyamatosan nyomonköveti. Egy ilyen rendszer lehet a Környezetközpontú Irányítási Rendszer – KIR.

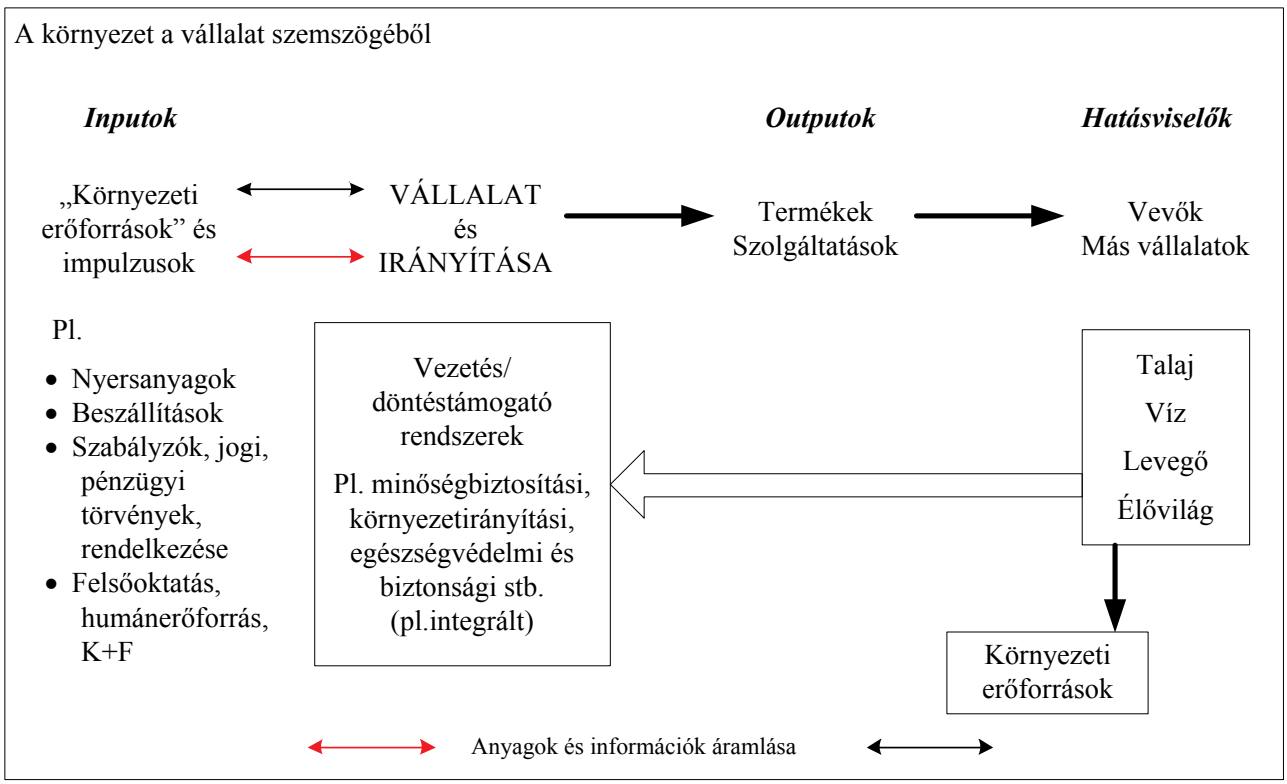
A környezetközpontú irányítási rendszer bevezetése és működtetése tulajdonképpen a környezetgazdálkodás beépítését jelenti a vállalat, szervezet általános irányítási rendszerébe. Bevezetése lehetőséget teremt a vállalatok vagy szervezetek számára a környezettel kapcsolatos tevékenységük rendszerszemléletű irányítására.
A KIR szerinti működés bevezetésének indokoltsága fennáll továbbá, ha a versenyhelyzet erős az adott piacon (vagyis a vevők válogathatnak a szállítók között, és itt várhatóan előnybe kerülnek a környezetközpontú irányítási rendszerrel rendelkező szervezetek).

Ha a vállalat irányítási rendszerét KIR szerint építi fel, akkor ebből számos előnyre tehet szert, mint például:

- Sok rendszerbeli és működési hibát tár fel, így lehetőség nyílik ezek megoldására, részletes eljárások kidolgozására.
- Az új rendszer lehetőséget biztosít a feladatok újrafeldolgozására delegálására.
- Növekszik a személyes felelősségvállalás a szervezeten belül a feladatok és a felelősségek egyértelmű meghatározása és s munkatársak bevonása miatt, ez pedig a hibák csökkenése irányába hat.
- Jelentős piaci előnyöket biztosíthat a vállalt számára
- Az állandóan ismétlődő külső és belső auditok rendszere hatékony garanciát jelent a szervezet folyamatos fejlődéséhez és az ismétlődő hibák elkerüléséhez.
- Csökken az anyag- és energiafelhasználás
- Csökken a szennyezőanyag-kibocsátás
- Csökken a keletkezett hulladék mennyisége
- Javul a hulladék-felhasználás
- Megfelelés
    - a környezetvédelmi jogyszbályoknak
    - a közvélemény és a környezetvédelmemmel foglalkozó társadalmi szervezetek elvárásainak
    - a cég vevőköre által támasztott követelményeknek
- rendszerszerű működés
- a belső eljárásrend, szabályozás hatékonyságának növekedése
- a külső és belső információ áramlás javulása

- anyag- és energia – felhasználás csökkenése
- szennyezőanyag-kibocsátás csökkenése, kevesebb bírság
- hulladék-keletkezés csökkenése, illetve újrafelhasználása
- környezetbiztos üzemeltetés feltételeinek javulása
- környezetvédelemért viselt felelősségek egyértelmű meghatározása
- a cég társadalmi és piaci megítélésének javulása
- új belföldi és exportpiacok megszerzése, megtartása, illetve bővítése

Egy vállalt/ intézmény, mint emelítetük azámos módon foghat irányítási rendszere fejlesztéséhez és sokféle eszközzel támogathatja az áttekintő döntéseket gazdálkodásában. Ennek részeként a környezeti kapacitásokkal való kíméletes, ugyanakkor ésszerű báásmódot illetően (is). Ezek a Tisztább Termelés módszerei, amelyek egyszerre növelik a hatékonyságot és kímélik a környezetetHa azonban ezen ésszerű döntéstámogató rendszerk független tanúsítóval elismertetni is kívánja, amelyből további előnyei származnak akkor, a KIR-jét az ISO 14001 nemzetközi szabvány és/ vagy az EMAS az EU rendelete alapján építheti ki.



7.3.1-1. ábra A környezet a vállalt szemszögéből (Bulla, 2003)

A környezetközpontú irányítás alapját a környezeti tényezők, és hatásaik elemzése adja, amelyen a tervezési folyamat alapul. Ennek részei a környezetpolitika kialakítása és a célok megfogalmazása. Következő lépés az így kialakított célok megvalósítása a végrehajtás, melyet az ellenőrzés, környezeti teljesítmény értékelése követ. Az esetleges hiányosságok a folyamat utolsó lépése, ezután következik újra a tervek megfogalmazása.

7.3.2 A Környezetirányítási Rendszer létrehozása és információs igényei

A környezetközpontú irányítási rendszer bevezetése és működtetése az alábbi feladatokat foglalja magába.

A. A környezeti hatások felmérése, a jelentős hatások meghatározása
B. A környezeti program megfogalmazása, célkitűzések
C. Környezeti politika megfogalmazása és meghirdetése
D. Jogszabályok áttekintése és betartása
E. Feladatok és felelősök kijelölése
F. Az alkalmazottak képzése, a környezeti tudatosság növelése
G. Dokumentációs rendszer működtetése az ellenőrzés feltételeinek biztosítására
H. A működésből származó környezeti hatások folyamatos nyomon követése
I. A vészhelyzetek megelőzése illetve a bekövetkezett károk mérséklése
J. Belső és külső tájékoztatás
K. Az irányítási rendszer működésének felülvizsgálata, az esetleges hiányosságok kijavítása (lsd. 7.3.3 fejezet)

Mindezen tevékenységek többsége statisztikai és jól dokumentált információ gyűjtést, csoportosítást és újraelosztást igényel.

7.3.2.1 A környezeti hatások felmérése, a jelentős hatások meghatározása

A környezeti állapotfelmérés alapvetően két részből áll: az első fázis az üzem környezetvédelmi tevékenységének mérések nélküli áttekintése. Ha az előzetes felmérés alapján az a következtetés vonható le, hogy nem zárható ki komolyabb környezeti terhek létezése a vállalatnál, akkor kerül sor a felmérés második részére, amely mintavételek és mérések segítségével feltárja a szennyezés mértékét, s amelyben javaslatot kell tenni a károk elhárításának módjára és várható költségeire vonatkozóan is. Az állapotfelmérés két fázisra osztása költségkímélő megoldást jelent a vállalatok számára: ha már az első fázis során megállapítható, hogy a vállalatnál nem volt olyan tevékenység, amely komoly környezeti terhek felmerülését vonta volna maga után, akkor nem kell sort keríteni a lényegesen magasabb költségekkel járó második fázisra.

Az állapotfelmérés menete:

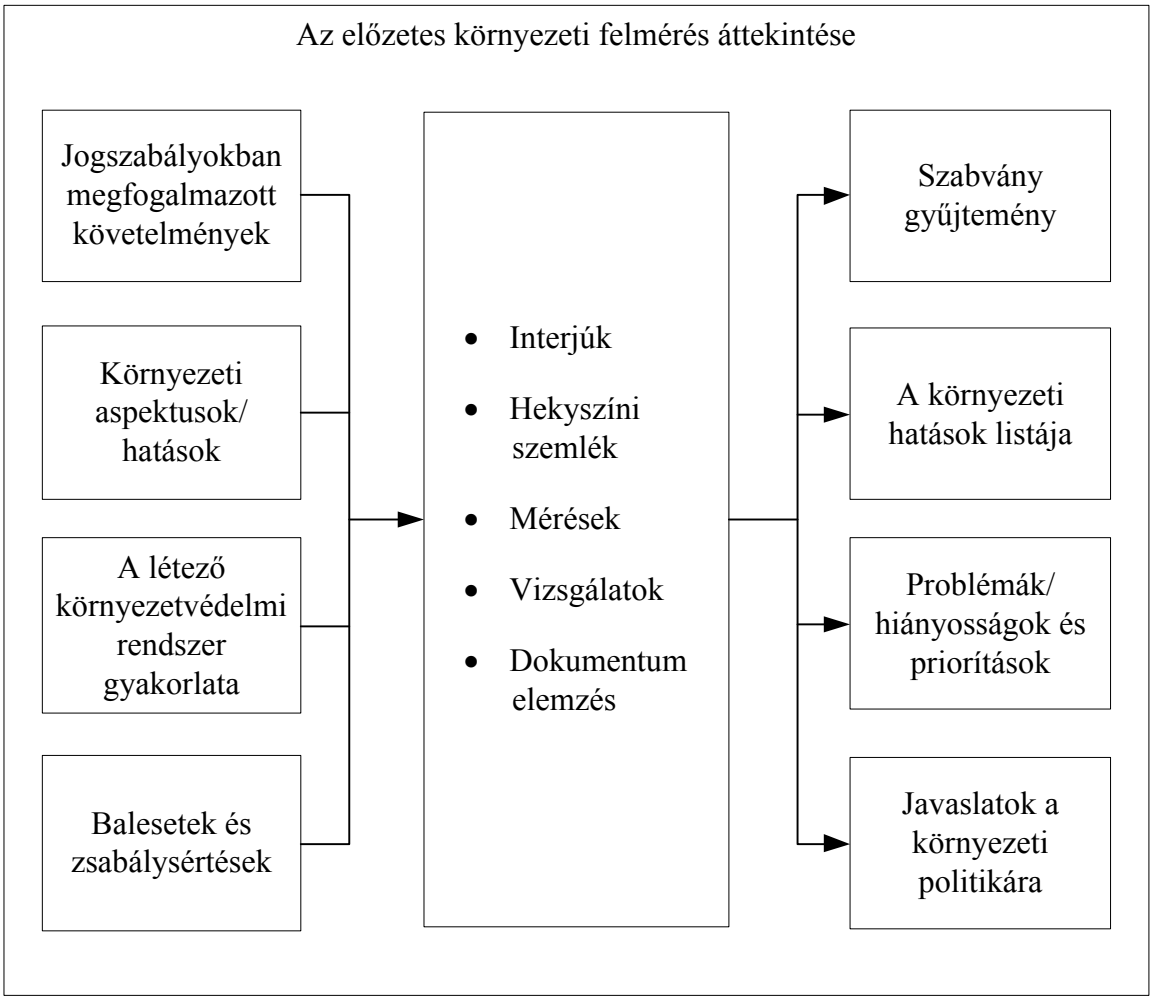
1.	*szakasz* *Előzetes felmérés*	Az üzem környezetvédelmi tevékenységének mérések nélkül megvalósuló áttekintése
2.	*szakasz* *Részletes felmérés*	Erre akkor kerül sor, ha nem zárható ki komolyabb környezeti terhek létezése

Az előzetes felmérés

Az előzetes környezetvédelmi felmérés a környezetközpontú irányítási rendszer megalapozásához kell. Meghatározza a gyenge pontokat és a problémás területeket azért, hogy megoldást találjon azokra, továbbá meghatározza az erősségeket és fejlesztési lehetőségeket a termékek és piacok esetében.
A felmérés során terület bejárására és a vonatkozó dokumentumok áttekintésére kerül sor. Méréseket nem vagy csak egyszerűen kivitelezhetőket végeznek.

Az előzetes felmérés *célja*, hogy megállapítsák létezik-e a vállaltnál komolyabb környezeti teher, ha nem:

- leírják azokat a valószínűsíthető kockázatokat, amelyeket mérni és vizsgálni kell,
- nagyságrendjükre becslést adnak,
- valamint becslést adnak a kapcsolódó pénzügyi terhekre



7.3.2 - 2. ábra Az előzetes környezeti felmérés áttekintése

Forrás: UNEP/ICC/FIDIC KMR Oktatócsomag BKE Környezetgazdaságtan és Technológiai Tanszék

A vizsgálandó területek

Az előzetes állapotfelmérés minden munkafázisában (az információgyűjtéstől a kiértékelésen át a jelentéskészítésig) az alábbi szempontok figyelembevételét kell biztosítani:

- törvényi és jogszabályi előírásoknak való megfelelés vizsgálata
- a meglévő környezetvédelmi gyakorlat felülvizsgálata
- a jelentős környezeti hatások értékelése
- a korábbi /potenciális balesetek, üzemzavarok, nem megfelelőségek értékelése

A háttérinformációk csoportosítása az előzetes felmérés során:

háttérinformációk csoportosítása:	Háttérinformáció hitelességének ellenőrzésre alkalmazható technika
Háttérinformáció Vízelvezető rendszerek és csatornák leírása, ábrái hulladéktároló területek, ülepítőmedencék stb..	Rendelkezésre álló háttéranyagok (térképek, folyamatábrák, kezelési kézikönyvek stb. áttekintése
Folyamatábrák	Helyszíni bejárás, mérés
kezelési könyvek	Vízfelhasználásban közvetlenül érintett személyzet kikérdezése
Vállalati átfogó információ	**Alkalmazható technika**
Felhasznált mennyiségek és felhasználás helyeinek meghatározása	Helyszíni bejárás Közvetlenül érintett személyzet kikérdezése
Mérőműszerek helyeinek meghatározása	Helyszíni bejárás
Kifolyási helyek meghatározása	Közvetlenül érintett személyzet kikérdezése
Helyi információ	**Alkalmazható technika**
Egyes gyártási technológiák , irodák stb. vízfelhasználásának meghatározása	Helyszíni fizikai mérések
Monitoring rendszer meghatározása (ha létezik ilyen)	Közvetlenül érintett személyzet kikérdezése
Szennyvízben lévő szennyező anyagok típusának, mennyiségének stb meghatározása	Bírságok áttanulmányozása, a bírságfizetéseket intéző személyzet kikérdezése

Forrás: SZE Környezetmérnöki Tanszék

Az új információk csoportosítása az előzetes felmérés során:

Információ forrása	Információ szerzés módja	Információszerzés eredménye
Hatóságok, környezetvédő csoportok	Törvények, rendeletek tanulmányozása, hatóságok megkérdezése	Jogszabályi előírások ismerete
munkavállalók	Kérdőívek kitöltése, beszélgetések folytatása	Választ ad a munkavállalók reakciójára az új környezeti politika bevezetésekor (kedvezően fogadják-e)
Kereskedelmi partnerek	Kérdőívek kitöltése, partnerek felkeresése, helyszíni beszélgetések	Tájékoztatás a vevők elvárásairól igényeiről (b az esetleges ellenzők véleményéről)
Piaci nyomás	Különböző kereskedelmi csoportosulások, kamarák , környezetvédelmi vállalkozások megkeresése	Kapcsolatok és a tőlük megszerzett információk segítik a vállalkozás hosszú távú sikerét

Forrás: SZE Környezetmérnöki Tanszék

Az előzetes felmérés a következő lépéseket foglalja magába

A felmérés előkészítése

Az első lépésben a lehető legtöbb olyan adathoz kell jutni, amelyből következtetni lehet a potenciálisan felmerülő problémákra. Ehhez meg kell ismerni a telephely történetét, az ott alkalmazott technológiát és a vonatkozó jogszabályokat. Az információk ismeretében már összeállítható az ellenőrző lista, amely az átvilágítás menetét illetve az átvilágítás során megválaszolandó kérdéseket tartalmazza az adott telephely jellemzőinek figyelembevételével.
A felmérés megtervezése

- időtartama

  A felmérés elvégezhető néhány nap vagy néhány hét alatt, ez a felmérés nagyságától, helyétől és a rendelkezésre álló időtől függ.

- menete

  A felmérés előtt ütemtervet kell készíteni. Az ütemtervet a munkatervvel együtt el kell juttatni a felmérésben résztvevő személyeknek (a felmérést végző csoportnak, az üzem dolgozóinak), hogy mindenki tisztában legyen feladatával.

- felmérést végző csoport kiválasztása

  A felmérést végezheti a felmérendő vállalat alkalmazottai, külső tanácsadók, vagy egyszerre mindkettő. A vállalat mérete valamint a működés bonyolultsága is meghatározó szempont lehet a felmérő csoport nagyságának és összetételének meghatározásakor. Kis vállalatok esetén két- három személy is elegendő a felméréshez, nagy vállalatoknál a felmérő csoportnak akár négy-öt tagja is lehet. A csoport kiválasztása után fontos, hogy a tagok tisztában legyenek a feladat céljával, szerepükkel, feladatkörükkel.

- dokumentumok bekérése a vállalattól a következőkkel kapcsolatban,

  - a létesítmény adatai (méret, működés)
  - környezetszennyezés forrásai (jelentések)
  - nem helyszíni létesítmények (leírás, térkép)

- a dokumentumok áttanulmányozása
- a telephelyen használt technológia áttanulmányozása
- adatbázisokban keresés
- a vonatkozó jogszabályok áttekintése
- az ellenőrző lista, illetve protokoll összeállítása, pontosítása

A helyszíni szemle

A helyszíni szemle többnyire egy beszélgetéssel kezdődik a telephely, illetve a környezetvédelemért felelős vezetővel. Ezt követően a csoport bejárja a telephelyet, interjúkat készít a dolgozókkal és áttekinti a helyben elérhető dokumentumokat. Majd a felmérő csoport tagjai megbeszélik benyomásaikat arra vonatkozóan, melyek a telephely értékét befolyásoló tényezők. A szemle során szerzett benyomásokat ellenőrizhető tényekkel kell alátámasztani. Az eredményeket az esetleges az esetleges félreértések, tévesen értelmezett adatok pontosítása miatt egyeztetni kell a telephely vezetésével.

A helyszíni szemle során a tevékenységek, szolgáltatások környezetre gyakorolt hatásait kell megvizsgálni. Először azokkal a tényezőkkel kell foglalkozni, amelyekről feltételezhető, hogy környezeti hatásuk jelentős. A környezeti tényezők azonosítását követően a feladat a környezeti hatások értékelése. Az értékelés során választ kell adni a következő kérdésekre:

- Melyek azok a területek, amelyek nem felelnek meg az érvényben lévő környezeti előírásoknak, ezért beavatkozásra van szükség
- Melyek azok a területek, amelyek a jövőben várható környezeti előírásoknak (pl. várható határérték módosítás) nem felelnek meg, ezért fel kell készülni. Intézkedéseket kell hozni a megfelelés biztosítására
- Melyek azok a területek, amelyek ugyan kielégítik a jogszabályi előírásokat, de üzleti érdek (gazdaságosság, piaci pozíciók javítása) a javítás.

A kiértékelés során a szervezet környezeti állapotának megítélésére a gyakorlatban elterjedt módszer a Hatás (***Leopold) - mátrix*** alkalmazása: lásd 7.2.3 fejezetet.)

Az értékelés előtt az értékelő csoportnak meg kell állapodnia a környezeti hatások erősségét jelző skála fokozatokra osztásában és az egyes fokozatok tartalmában.

A mátrix adatainak elemzése választ ad arra a kérdésre, hogy mely területeken van szükség a beavatkozásra, illetve hol nyílik mód a javításra. A környezeti állapotfelmérést végzők számára a mátrix jó eszköz ahhoz, hogy megtalálják azokat a pontokat, ahol szükséges és lehetséges a beavatkozás. A változtatásra vonatkozó javaslatokat (pl. technológiaváltás, technológiamódosítás) célszerű költség – haszon elemzéssel alátámasztani. Amennyiben a vállalat nem rendelkezik a javasolt megoldáshoz szükséges forrásokkal, ebben az esetben is kell találni olyan megoldást, amellyel lehetőség nyílik a környezeti állapot javítására.

Természetesen a mátrix módszert nemcsak technológiák értékelésére, hanem üzemi vagy egész vállalatra is lehet alkalmazni.

Hatás (Leopold) Mátrix alkalmazása a környezeti állapot megítélésére:

	Hatás									
Tevékenység	levegő	talaj	szennyvíz	zaj	bűz	egészség	Hulladék mennyiség	Hulladék veszélyesség	ökoszisztéma	**Össz.**
1. üzem										
2. üzem										
3. üzem										
4. üzem										
Raktár										
Irodák										
Stb.										
Összesen										

Az egyes tevékenységek mértékének meghatározása az illető vállalattól, szervezettől függ. Tetszőleges finomságú skálán lehet a hatásokat ,érni és azonosítani.

A mátrix sorainak összege a kritikus tevékenységre, az oszlopok pedig leginkább terhelt környezeti elemre ad felvilágosítást.

Például ,a hatás :

- nagyon jelentős (5)
- jelentős (4)
- közepesen jelentős (3)
- gyenge (2)
- jelentéktelen (1)
- nincs (0)

Ennek során meg kell határozni, hogy az adott vállalt vagy szervezet számára mi számít nagyon jelentős, jelentős stb. környezeti hatásnak.
A környezeti tényezők összesítése során az egyes környezeti tényezők különböző erősségűek lesznek. A táblázat eredményéből határozzák meg a jelentősebb környezeti tényező(ke)t.

A jelentős környezeti tényezők, és hatásaik ismeretében célszerű megfogalmazni a környezeti célokat.

Az alábbi környezeti hatásokat célszerű felmérni

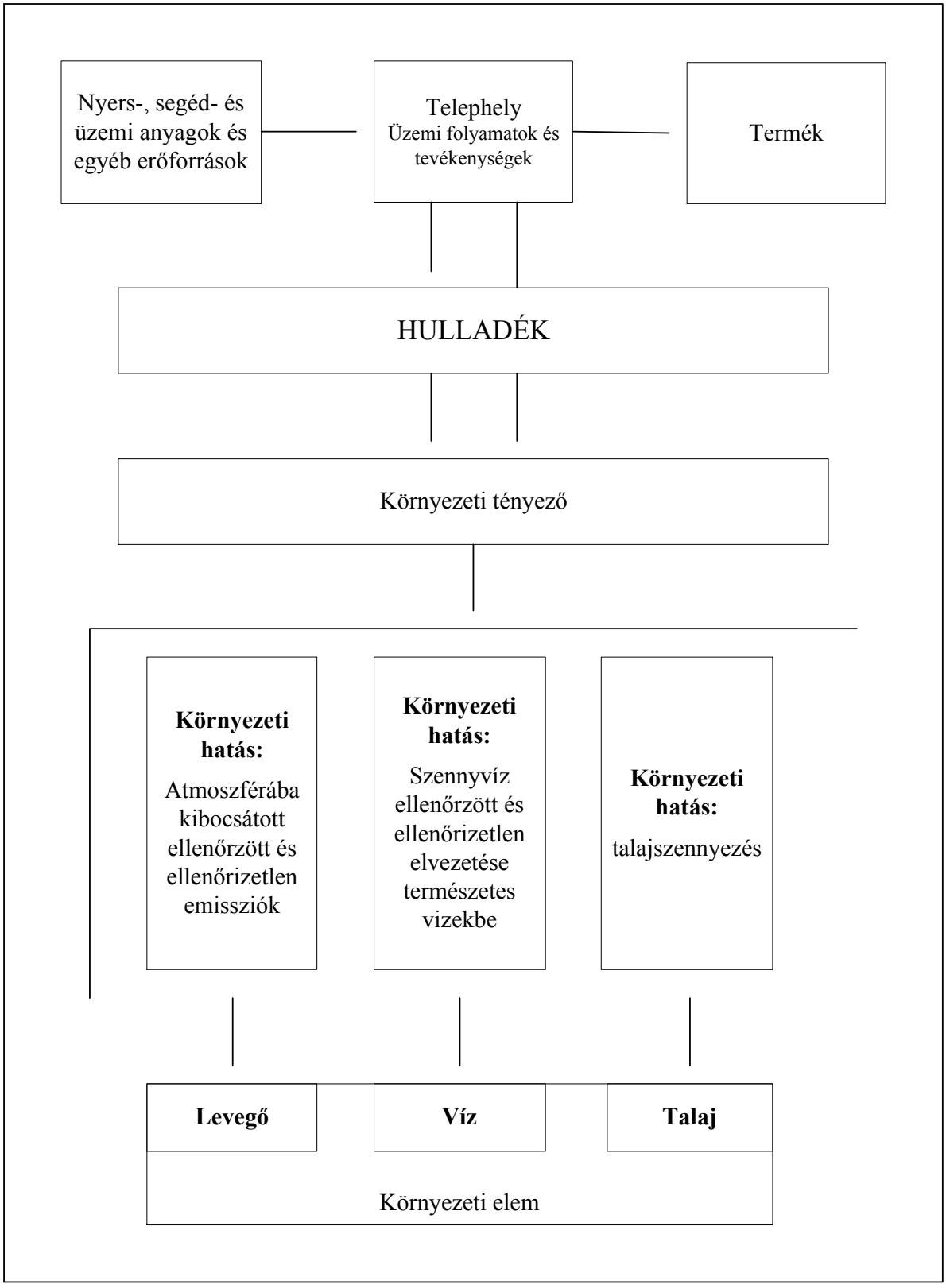
- Az atmoszférába történő ellenőrzött és ellenőrizetlen emissziók
- Az élővizekbe történő ellenőrzött és ellenőrizetlen leengedések
- Szilárd és egyéb hulladékok, különösen a veszélyes hulladékok
- Az altalaj, talajlevegő és talajvíz szennyezése és fertőzése
- A talaj, víz, üzemanyag és energia, valamint az egyéb természeti erőforrások felhasználása és ebből eredő kimerülése
- Hő, zaj, kellemtelen szag, por, rezgések és sugárzások felszabadulása
- A környezet meghatározott részterületeire és az ökorendszerekre gyakorolt hatások

Tekintetbe kell venni azt is, hogy ezek a hatások:

- normális üzemi feltételek,
- rendellenes üzemi feltételek,
- és/ vagy rendkívüli események, balesetek és lehetséges vészhelyzetek
- valamint korábbi, folyó vagy tervezett tevékenységek eredményeként léptek-e, lépnek-e, vagy fognak fellépni.

A telephely környezetvédelmi működésének áttekintése tartalmaz

- interjúkat
- a telephely bejárását, amelyek a következők:
    - a kérdéses pontok elemzése
    - tények gyűjtése
    - tények értékelése
    - eredmények egyeztetése a telephely vezetőivel



Forrás: SZE Környezetmérnöki Tanszék

A helyszíni szemlét követően

A telephely elhagyása után a lehető legrövidebb időn belül meg kell írni a jelentést. A jelentésből egyértelműen ki kell derülnie, hogy a telephelyet terheli-e bármilyen környezeti teher, és szükség van-e további vizsgálatokra.

- javaslat megfogalmazása: szükség van-e részletes átvilágításra
- a jelentés nyers változatának elkészítése
- a nyers változat eljuttatása a megbízóhoz
- a jelentés végleges változatának elkészítése

A jelentéssel szemben támasztott követelmény, hogy könnyen kezelhető és áttekinthető legyen, egyértelmű információkat tartalmazzon, valamint a környezetvédelmi program kidolgozásához könnyen felhasználható legyen.

A jelentés tartalmazza

- az anyagmérleget
- a szervezeti felépítést
- a vonatkozó jogszabályokat
- a háttér információkat
- a háttér információk értékelését
- a felmérés célját, kiterjedését
- a vizsgálati eredményeket

Az eredménytől függően következik a döntés arról, hogy szükséges-e részletes felmérést is készíteni.
Környezeti hatások a telephelyen:

7.3.2.2. A környezeti program megfogalmazása, célkitűzések

Célok és előirányzatok, valamint a környezeti program megfoglmazása belső információk gyártását és célzott előírásait igényeli.
A tervezett intézkedések meghatározásár a programokat írásba kell foglalni. A leírás minimálisan a következő elemeket tartalmazza:

- az intézkedések világos leírását
- az intézkedés célját
- személyt/osztályt, aki/ ami felelős az intézkedések végrehajtásáért
- az intézkedés költségvetését
- a szükséges továbbképzést
- az intézkedés végrehajtásának ütemtervét

A program összetevői:

Cél	**feladat**	**a bevont osztály**	**résztvevők/felelős személyek**	**költségvetés**	**határidő**

A program felülvizsgálati és értékelési rendszerét is szükséges létrehozni, mivel a vállalatnak tudnia kell, hogy a határidőket rendesen betartják-e és, hogy milyen eredményeket értek el. Célszerű megszervezni a program időszakonkénti felülvizsgálatát, és az eredményekről beszámolni a menedzsmentnek (valamint a kivitelezési nehézségek és megoldásuk rendszeres megvitatására lehetőséget biztosítani).

7.3.2.3. Környezeti politika

A környezeti politikát a célok és előirányzatok valamint a program ismeretében a legfelső vezetés fogalmazza meg.
A vállalatok környezeti menedzsment rendszerének kiindulási pontja a környezeti politika. A környezeti politika tulajdonképpen a szervezet nyilatkozata a környezeti teljesítményéről.
A politikának a vállalaton belüli és kívüli nyilvánosságra hozatala lehetőséget ad arra, hogy a vállalat elmondhassa, miért fontos számára a környezettudatos működés.
A környezeti politika a szervezetnek egy olyan nyilatkozata, mely tartalmazza a szervezet általános környezeti teljesítményével kapcsolatos szervezeti alapelveket és szándékokat.
A környezeti politika megfogalmazásával a szervezet központi céljai közé emeli a környezettel összhangban való működést és a környezeti teljesítményének folyamatos javítását.

7.3.2.4. A jogszabályok áttekintése

A környezeti teljesítmény megítéléséhez elengedhetetlen, hogy a szervezet ismerje azokat a jogszabályi és egyéb követelményeket, amelyeknek a betartása egyrészt kötelező másrészt befolyásolja a szervezetről alkotott képet.

A környezetvédelmi követelmények: A vevők, termelők igényeinek valamint a jogszabályi előírásoknak és a hatóságnak való megfelelést jelentik.
Környezetvédelmi követelmények = törvény + vevők + termelők + hatóság
forrás. Minőség és Megbízhatóság (QM) 1996/1
A jogszabályoknak könnyen elérhető formában kell lenniük ezért célszerű a vonatkozó jogi és egyéb előírásokat dosszié(k)ban és/vagy a vállalat elektronikus rendszerében tárolni gyűjteni.

A jelenleg érvényben lévő jogszabályok vonatkoz(hat)nak:

- alapvető általános előírásokra
- természetvédelemre, élővilág –védelemre
- hulladékgazdálkodásra
- vízminőség-védelemre
- levegőtisztaság – védelemre
- zaj- és rezgésvédelemre

- radioaktív környezetszennyezés elleni védelemre
- a környezet állapotára irányuló vizsgálatokra
- a környezetvédelmi vizsgálat végzéséhez szükséges szakmai feltételekhez

Magyarországon 2003-ban érvényes főbb környezetvédelmi jogszabályok, amelyek közül a szervezetnek csak a rá vonatkozókat kell figyelembe venni.

Alapvető előírások	1995. ÉVI LIII. TÖRVÉNY A KÖRNYEZET VÉDELMÉNEK ÁLTALÁNOS SZABÁLYAIRÓL
	20/2001. (II. 14.) KORM. RENDELET A KÖRNYEZETI HATÁSVIZSGÁLATRÓL
	1995. ÉVI LVI. TÖRVÉNY A KÖRNYEZETVÉDELMI TERMÉKDÍJRÓL, TOVÁBBÁ EGYES TERMÉKEK KÖRNYEZETVÉDELMI TERMÉKDÍJÁRÓL
	10/1995. (IX. 28.) KTM RENDELET A KÖRNYEZETVÉDELMI TERMÉKDÍJRÓL, TOVÁBBÁ EGYES TERMÉKEK KÖRNYEZETVÉDELMI TERMÉKDÍJÁRÓL SZÓLÓ 1995. ÉVI LVI. TÖRVÉNY VÉGREHAJTÁSÁRÓL
	93/1996. (VII. 4.) KORM. RENDELET A KÖRNYEZETVÉDELMI MEGBÍZOTT ALKALMAZÁSÁNAK FELTÉTELÉHEZ KÖTÖTT KÖRNYEZETHASZNÁLATOK MEGHATÁROZÁSÁRÓL
	11/1996. (VII. 4.) KTM RENDELET A KÖRNYEZETVÉDELMI MEGBÍZOTT ALKALMAZÁSI ÉS KÉPESÍTÉSI FELTÉTELEIRŐL
	12/1996. (VII. 4.) KTM RENDELET A KÖRNYEZETVÉDELMI FELÜLVIZSGÁLAT VÉGZÉSÉHEZ SZÜKSÉGES SZAKMAI FELTÉTELEKRŐL ÉS A FELJOGOSÍTÁS MÓDJÁRÓL, VALAMINT A FELÜLVIZSGÁLAT DOKUMENTÁCIÓJÁNAK TARTALMI KÖVETELMÉNYEIRŐL
	29/1997. (VIII. 29.) KTM RENDELET A KÖRNYEZETBARÁT, KÖRNYEZETKÍMÉLŐ MEGKÜLÖNBÖZTETŐ JELZÉS HASZNÁLATÁNAK FELTÉTELRENDSZERÉRŐL
	74/2003. (V. 28.) KORM. RENDELET A KÖRNYEZETVÉDELMI VEZETÉSI ÉS HITELESÍTÉSI RENDSZERBEN (EMAS) RÉSZT VEVŐ SZERVEZETEK NYILVÁNTARTÁSÁRÓL
	83/2003. (VI. 7.) KORM. RENDELET A KÖZÖSSÉGI ÖKO-CÍMKE ODAÍTÉLÉSÉT ELLÁTÓ SZERV KIJELÖLÉSÉRŐL
	53/2003. (IV. 11.) KORM. RENDELET A KÖRNYEZETVÉDELMI TERMÉKDÍJ-MENTESSÉG, A TERMÉKDÍJ VISSZAIGÉNYLÉSÉNEK ÉS ÁTVÁLLALÁSÁNAK, VALAMINT A HASZNÁLT GUMIABRONCS BEHOZATALÁNAK FELTÉTELEIRŐL

	12/2001. (V. 4.) KÖM-EÜM EGYÜTTES RENDELET A VEGYI ANYAGOK KOCKÁZATÁNAK BECSLÉSÉRŐL ÉS A KOCKÁZAT CSÖKKENTÉSÉRŐL
	7/2003. (V. 16.) KVVM-GKM EGYÜTTES RENDELET AZ EGYES LEVEGŐSZENNYEZŐ ANYAGOK ÖSSZKIBOCSÁTÁSI HATÁRÉRTÉKEIRŐL
	94/2003. (VII. 2.) KORM. RENDELET AZ ÓZONRÉTEGET KÁROSÍTÓ ANYAGOKRÓL
	17/2003. (IV. 4.) GKM-KVVM-PM EGYÜTTES RENDELET EGYES FOLYÉKONY TÜZELŐ- ÉS FŰTŐANYAGOK KÉNTARTALMÁNAK CSÖKKENTÉSÉRŐL
Zaj- és rezgésvédelem	12/1983. (V. 12.) MT RENDELET A ZAJ- ÉS REZGÉSVÉDELEMRŐL
	2/1983. (V. 25.) OKTH RENDELKEZÉS A ZAJ- ÉS REZGÉSBÍRSÁGRÓL
	8/2002. (III. 22.) KöM-EüM EGYÜTTES RENDELET A ZAJ- ÉS REZGÉSTERHELÉSI HATÁRÉRTÉKEK MEGÁLLAPÍTÁSÁRÓL

A jogi és egyéb követelményeknek való megfelelés átvizsgálását ajánlott legalább negyedévente megtenni és aktualizálni a jogszabályokat mind az irányítási rendszere, mind pedig a környezeti tényezőkre vonatkoztatva. A frissítés dátumát mindig fel kell tüntetni.

Mindezek áttekintése és értékelése szükséges. Annak megjegyzésével, hogy az önkormányzatoknak is joguk van helyi rendelkezéseket kibocsátani, amelyek az országosnál mindig csak szigorúbbak lehetnek.

7.3.2.5. Feladatok és felelősök kijelölése

A környezeti irányítási rendszer hatékony működéséhez, nagyon fontos, hogy a szervezet minden dolgozója tisztában legyen szerepével, hatáskörével és felelősségével. Erről tehát az érintetteket informálni szükséges.
Ezért a szervezeten belül meg kell határozni a szerepeket, a hatásköröket és felelősségeket, ezt dokumentálni kell. A szervezet minden dolgozójával ismertetni kell a szerepeket, hatásköröket és a felelősséget.
A környezeti menedzsmentért a felső vezetés a felelős. Ez alatt a szint alatt a feladatkörök a vállalat szerkezetének, tevékenységének, a környezeti program céljainak megfelelően alakulnak.
A feladatkörök integrálása a vállalat összes dolgozóinak feladataiba a sikeres környezeti politika és program megvalósulásának a kulcsa, ezért a feladatokat és a felelősségi köröket világosan meg kell határozni, és azt ismertetni kell a szervezet minden dolgozójával. Fontos, hogy mindenki tudja, hogy kinek, mit, mikor, hogyan és milyen hatáskörrel kell a feladatát ellátni.

7.3.2.6. Az alkalmazottak képzése, a környezeti tudatosság növelése

A KIR bevezetéséhez a vállalat valamennyi szintjén hatékony és folyamatos továbbképzési programokra van szükség. A képzés tartalmát és természetét a vállalat jellege és egyedi szükségletei alapján kell meghatározni, és az információs anyagot továbbítani az érdekeltek részére.
Az első lépésben a szervezet mérje fel a képzési igényeket, majd szervezze meg a képzéseket.

A környezetvédelmi képzés témakörei

- Környezettudatosság
- A szervezet környezetvédelmi politikája és programja
- A környezetvédelmi előírások betartása
- A KIR

***A képzéseket a szervezet különböző szintjein kell lefolytatni*, ez függ:**

- A feladatkörtől
- A tevékenység kockázatától
- A vállalatban betöltött stratégiai szerepkörtől

A hatékony képzés ismérvei

- Gyakorlatias
- Lehetővé teszi a tapasztalatok, aggodalmak, igények, problémák megbeszélését
- Maximális hallgatói részvételt biztosít
- Az alkalmazott képzési forma a dolgozó beosztásától függően változhat
  - Felső vezetők számára munkaértekezletek
  - A gépkezelők számára munka közbeni képzés

Képzési módszerek

Szemináriumok, konferenciák, beszélgetések, előadások, munkaértekezletek, külső kurzusok, plakátok, videofilmek, magazinok, tematikus elektronikus információs csomagok e-mail listán szétosztva.

7.3.2.7. Dokumentációs rendszer működtetése

A környezetvédelmi megoldások, eredmények és a rendszer működésének biztosításához pontos dokumentációs rendszer szükséges.

A dokumentációnak tehát elég részletesnek kell lennie ahhoz, hogy leírja a rendszer alapelemeit és azok kölcsönhatásait.

***A dokumentumokkal szembeni követelmény*, hogy minden dokumentumon legyen:**

- Azonosítási szám
- Kiadási dátum
- Aktualizálására vonatkozó bejegyzés
- Aláírás

A dokumentációs rendszer elemei

- Környezetpolitika
- Környezeti célok, tervek, programok
- Környezeti kézikönyv
- A rendszerrel kapcsolatos utasítások
- Bizonylatok, feljegyzések, nyilvántartások

A dokumentációs rendszer összeállításának főbb szempontjai

- Dokumentumoknak naprakésznek kell lenniük
- Az érintettek számára biztosítva legyen a hozzáférhetőség
- Rendszeres felülvizsgálat, ellenőrzés
- Az elavult dokumentumok eltávolítása a felhasználási helyről
- Az elavult dokumentumok megfelelő azonosítása

A dokumentáció beépülhet a vállaltanál már működő egyéb rendszerekbe.

7.3.2.8. A működésből származó környezeti hatások figyelemmel kísérése és mérése

Mérésekre azért van szükség, hogy a vállalat tisztában legyen környezeti célok és előirányzatok megvalósulási fokával, környezeti teljesítményével.

A szervezetnek olyan dokumentációs eljárást kell létrehozni, amely a környezeti hatással bíróüzemi folyamatait és tevékenységeit figyeli és méri.
Ahhoz, hogy a méréshez használt vizsgáló berendezések megbízható adatokat szolgáltassanak, kalibrálásuk elengedhetetlen.

A folyamatos figyelés és mérés szerepe:

- friss adatokat szolgáltat a hatóságoknak
- biztosítja az erőforrások felhasználásának állandó ellenőrzését

- egyszerű mérőszámokkal összehasonlíthatóvá teszi a telephely környezeti teljesítményét és az irányítás színvonalát az egymást követő években
- tájékoztatja az alkalmazottakat az eredményekről
- bevonja a gazdasági és pénzügyi szakembereket a környezeti folyamatba, kapcsolódó költségek és megtakarítások mérésével
- ösztönzi a termék- és eljárásfejlesztést, a változtatási lehetőségeket.

A megfigyeléssel szerzett adatokat célszerű a következő kritérium rendszer alapján feldolgozni:

- jogi feltételek betartása
- s környezet terhelhetősége
- a környezeti kockázat
- anyag és energiatakarékosság lehetősége
- a termékhasználat környezeti szempontjai
- újrahasználat, újrahasznosítás lehetőségei
- társadalmi követelmények, elbírálások

A mérés folyamatáról feljegyzéseket kell készíteni és azokat meg kell őrizni. Értékelni kell, hogy a teljesítés megfelel-e a vonatkozó környezetvédelmi jogszabályok követelményeinek.

7.3.2.9. A vészhelyzetek megelőzése a bekövetkezett károk mérséklése

A szervezetnek olyan eljárást kell kidolgozni és fenntartani, amely feltárja a problémák okait és intézkedéseket vezet be a következmények elhárítására, a megismétlődés elkerülésére. Dokumentálni kell a felmerülő hiányosságokat, azok következményeit és megoldásait. A dokumentációt a szervezet minden szintjén át kell vezetni.

A nem megfelelősség (a nem üzemszerű működés) okai:

- műszaki probléma
- irányítás hiányossága

A nem megfelelőség „kezelése”

- Az eltérések kezelése és vizsgálata
- Az okok meghatározása
- A hatások behatárolása
- Intézkedések meghozatala, helyesbítő tevékenység
- A felelősök kijelölése
- Intézkedés hatásának folyamatos figyelése
- **Nyilvántartás vezetése**

7.3.2.10. Belső és külső tájékoztatás

A kommunikáció, különböző eszközökkel történhet az átadandó információtól, a párbeszéd céljától függően.
Ilyen módszerek:

- hírlevél megjelentetése (a helyi lakosok vagy a részvényesek felé)
- sajtóközlemények, interjúk pl. a helyi napilapokban, magazinokban vagy rádióban
- nyílt napok rendezése, amelyeken bárki részt vehet
- üzemlátogatások szervezése pl.: helyi iskolák, felsőoktatási intézmények hallgatói részvételével
- érintetteknek szóló írott beszámolók:
  - éves környezeti jelentés
  - az auditot követően, mint környezetvédelmi beszámoló, nyilatkozat

Meg kell találni az érintettek csoportjaihoz leginkább igazodó kommunikációs formákat, bár egy-egy módszer a gyakorlatban több csoport esetében is alkalmazható. A következő táblázat összefoglalja a legjellemzőbb módszereket.

Közönség	***Kommunikációs csatornák***
Igazgatók / részvényesek Ipartestületek / szakmai szövetségek	Szakmai hírlevél, környezetvédelmi jelentés vagy egy fejezet az éves pénzügyi jelentésben
Bankok, biztosítótársaságok	Környezetvédelmi jelentés vagy ezzel foglalkozó fejezet az éves pénzügyi jelentésben
Hatóságok	Szakjelentés / Környezetvédelmi jelentés
Fogyasztók	Hirdetések
Helyi lakosok	Hírlevél, nyílt napok, sajtóközlemények és interjúk a helyi sajtóban
Környezetvédő csoportok, társadalmi szervezetek, egyéb csoportok	Hírlevél, környezetvédelmi beszámolók

Forrás: UNEP/ICC/FIDIC KMR Oktatócsomag BKE Környezetgazdaságtan és Technológiai Tanszék

Környezetvédelmi jelentés (a szakmai publikum tájékoztatása)

A vállalat méretétől és összetettségétől, valamint a környezetre gyakorolt hatásától függően jelentés készülhet az éves pénzügyi jelentés részeként, vagy külön is kiadható. Azon vállalatok számára, amelyeknek környezeti terhelése nem túl nagy, egy tömör beszámoló kiadása is elegendő, viszont a nagyobb vagy a környezetre jelentősebb hatást gyakorló vállalatoknak a környezetvédelmet a vállalati tervek és a politika szerves részeként kell kezelni.
A beszámoló tartalmazza:

- a fontosabb környezetvédelmi kérdések értékelését,
- a környezetvédelmi politikát, célokat és feladatokat,
- a környezetvédelmi programot,
- a belső környezeti menedzsmentet és folyamatait,
- KIR leírását,
- A környezetvédelmi működésre vonatkozó adatokat,
- A környezetvédelmi eredményekben mutatkozó javulást.

A jelentés készítésekor figyelembe kell venni, hogy

- a beszámoló legyen tömör, tényszerű és összeszedett;
- a beszámoló legyen következetes és világos;
- a szövegek és képek megfelelő arányban szerepeljenek;
- érthető legyen, megfelelő magyarázatokkal kiegészítve;
- pontos képet adjon a vállalat környezetvédelmi működéséről;
- illeszkedjen a célba vett közönség országának kultúrájához;
- a célba vett közönség anyanyelvén készüljön.

A beszámolóhoz egyéb kapcsolódó kérdések:

- Visszajelzések kérése és felhasználása
    - Hozzájárul a jelentés továbbfejlesztéséhez
    - Használjon levelezőlapot vagy kérdőívet a visszajelzésekhez
- A nyilvános jelentés tanúsíttatása
    - Csak ha már a rendszer alapjait bevezették
    - A rendszer ellenőrzésének hasznos módszere
    - Felfedi a fejlesztési lehetőségeket
- A jelentés költségei
    - Lényegesek lehetnek
- Feltételezi a folytatást: ha a vállalat nem ad ki többé jelentést, elveszítheti szavahihetőségét.

Üzleti, hatósági és lakossági partnereik informálására a környezettudatos vállalatok között új kommunikációs műfaj alkalmazása terjed. A környezetvédelmi jelentéseken túlmenően úgynevezett Fenntarthatósági Jelentéseket publikálnak.

7.3.3. Az irányítási rendszer működésének felülvizsgálata (auditálás)

Az auditálás a vállalat működésének környezetvédelmi szempontú vizsgálatát jelenti. Azt vizsgálja, hogy megtörténik-e a KIR előírásainak - beleértve az ISO 14001 illetve az EMAS rendelet követelményeinek – megvalósítása továbbá, hogy a környezetvédelmi rendszer alkalmasan és megfelelően van fenntartva. A vizsgálatok magukba foglalják a hatósági előírásoknak való megfelelés vizsgálatát is.
A környezeti audit során az első fontos lépés az auditálás során a vizsgált kérdések, a begyűjtött információk meghatározása.

Kérdéscsoportok, amelyeket a vállalatok a leggyakrabban vizsgálnak az auditálás során: „check lista" az információk begyűjtéséhez

Hatáskörök:

- Ki a környezetvédelmi irányításért felelős vezető?
- Kik tartoznak beszámolási kötelezettséggel a környezetvédelmi vezetőnek? Mely területért felelősek? Hogyan alakították ki a környezetvédelmi szervezetet a vállalatnál?

Környezetvédelmi politika és környezetvédelmi működés:

- Van-e a vállalatnak írásba foglalt környezetvédelmi politikája?
- Ezt a politikát publikálták-e valahol?
- Lebontották-e részcélokra és konkrét feladatokra a környezeti politikában megfogalmazott célokat?
- Milyen lépéseket tettek annak érdekében, hogy értékeljék a vállalat környezetvédelmi működését?
- Javult-e a vállalat környezetvédelmi tevékenysége az elmúlt években? Ha igen, hol?

A környezetvédelem irányítási rendszere:

- Vannak-e a vállalatnál írott környezetvédelmi normák és kötelező eljárások a kritikus területeken? (pl. a veszélyes anyagokat tartalmazó tartályok kezelése)
- Ezek magukban foglalják-e a kötelező hatósági előírásokat?
- Milyen környezetvédelmi továbbképzést szerveztek a vállalatnál?
- Ez a továbbképzés kiterjedt-e a vállalat összes dolgozójára?
- A megelőző auditálások eredményeként tett javaslatokat mennyire vitte át a vállalat a gyakorlatba?

Környezeti kockázatok csökkentése

- Melyek azok a főbb működési területek és technológiák, amelyekkel a vállalat működése hatást gyakorol a környezet minőségére?
- Milyen környezetszennyező anyagok keletkeznek a vállalatnál? Milyen lépéseket tettek a levegőszennyezés, a vízszennyezés, talajszennyezés illetve a zaj csökkentésére?
- Milyen fontosabb veszélyes hulladékok keletkeznek a vállalatnál? Hova és milyen módon helyezik el ezeket?
- Milyen lépéseket tett a vállalat a keletkező hulladékok mennyiségének csökkentése érdekében?
- Milyen információs rendszer működik a vállalatnál, amely révén a vezetők tudomást szerezhetnek a vállalatnál használt, illetve előállított mérgező anyagokról, illetve környezeti kockázatokról?
- Indítottak-e programot, amely azt célozza, hogy a veszélyes anyagokat kevésbé veszélyes anyagokkal helyettesítsék?
- Milyen program van a vállalatnál a veszélyes anyagok biztonságos tárolására és elhelyezésére vonatkozóan?
- Hogyan ellenőrzik a veszélyes anyagokkal és veszélyes hulladékokkal a dolgozók tevékenységét?

Az előírások betartása

- Az elmúlt öt évben folyt-e a vállalat ellen eljárás valamilyen környezetvédelmi, egészségügyei vagy munkavédelmi ügyből kifolyólag? Kapott-e a vállalat valamilyen írásos vagy szóbeli figyelmeztetést környezetvédelmi, egészségvédelmi vagy biztonságvédelmi tárgyban?
- Megfelel-e a vállalat tevékenysége a jogi előírásoknak?
- Hogyan állapítják ezt meg?

Társadalmi hatás/ társadalmi érzékenység

- Milyen panaszok érkeztek a vállalat környezetvédelmi, egészségvédelmi és biztonságvédelmi működésére vonatkozóan?
- Ezt követően milyen lépéseket tettek a panaszok orvoslására?
- Az új fejlesztések esetén mely esetekben készít a vállalat környezeti hatástanulmányt?

Erőforrások használata:

- Mikor és milyen módon mérik az energia- és vízfogyasztást? Milyen célokat tűztek ki az energia- és vízfogyasztás csökkentésére? Milyen eredményeket értek el eddig?

Környezetbarát anyagok használata:

- Használ-e a vállalat visszaforgatott anyagokat? Törekedett-e a nyersanyagok ilyen anyagokkal való helyettesítésére?
- Vizsgálja-e a vállalat a felhasznált anyagokat környezetvédelmi szempontból?

Termékek és termelési eljárások:

- A termékek és termelési eljárások tervezése során figyelembe vesznek-e környezetvédelmi szempontokat (pl: a termék anyagának visszaforgathatósága)?

Szállítók átvilágítása:

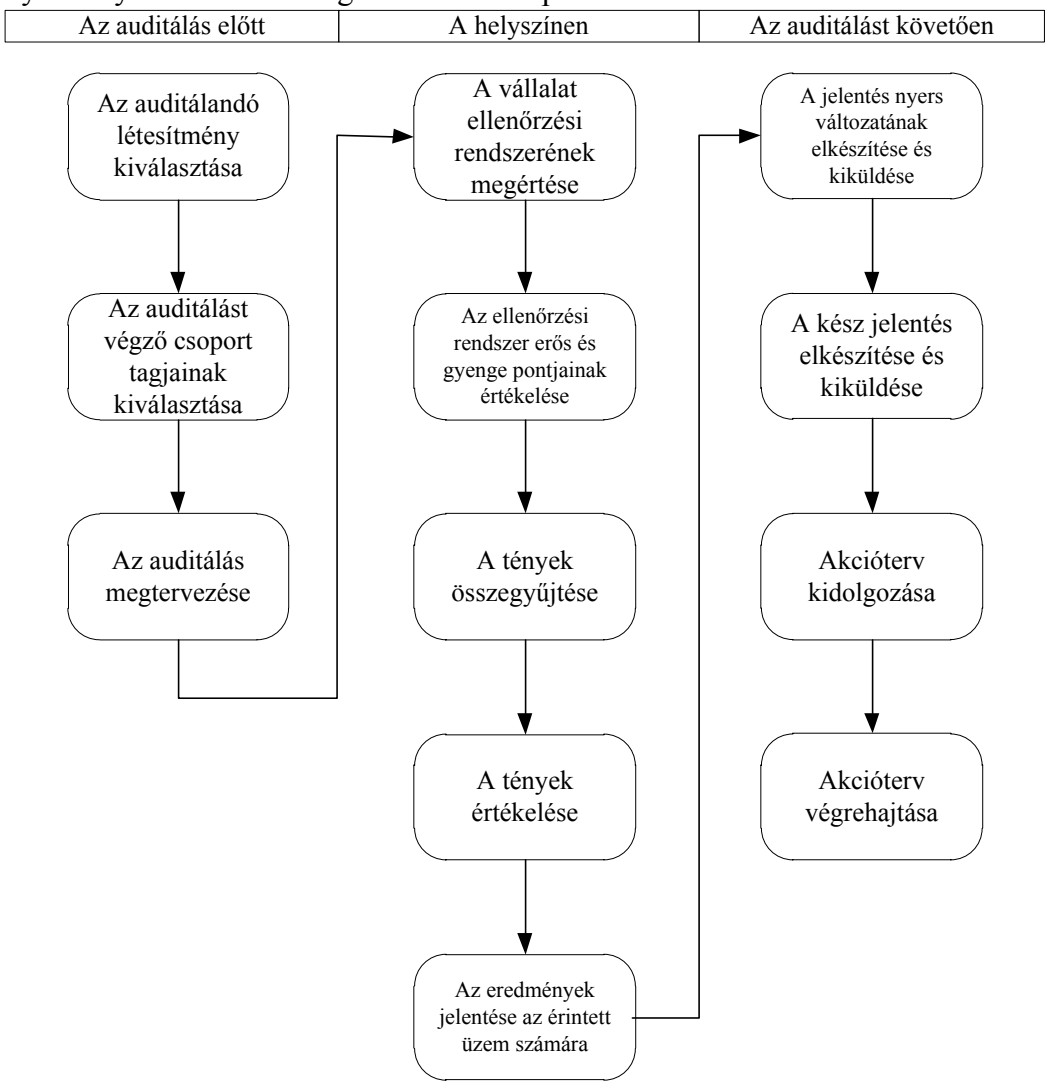
- Ellenőrzi-e a vállalat szállítóinak környezetvédelmi működését?
- Ellenőrzi-e a vállalat a veszélyes hulladékait elszállítók tevékenységét?

Munkavédelem és tűzbiztonság:

- Milyen előírások vannak érvényben a vállalatnál a munkavédelemre és tűzbiztonságra vonatkozóan?
- Hogyan ellenőrzik az előírások betartását?

Vészhelyzetekre, haváriákra vonatkozó szabályozás:

- Vészhelyzetekre vonatkozó szabályok vizsgálata. A dolgozók mennyire sajátították el az ilyen helyzetekben szükségesnek tartott lépéseket és viselkedést?



7.3.3 – 1. ábra: Az auditálás lépései

Forrás: Kerekes S.- Kindler K. : Vállalati Környezetmenedzsment

Az audit eljárás

A dokumentumok előzetes áttekintése

Az audit előkészítésének részét képezi a szervezet dokumentumainak áttekintése. Ez ahhoz szükséges, hogy meghatározzák: vajon a rendelkezésre álló dokumentáció elégséges-e ahhoz, hogy az audit sikeresen lefolytatható legyen, de ezáltal nyerhető betekintés a szervezet tevékenységeibe és a felmerülő környezetvédelmi szempontokba is, amely segíthet azonosítani a szervezet rizikós területeit és az ezekhez igazodó audit ütemtervet kialakítani. A vonatkozó dokumentumok közé tartozik pl. a KIR kézikönyv, a környezetpolitikai nyilatkozatok, környezetvédelmi programok, nyilvántartások.
Ezt a lépést sikeresen kell lezárni ahhoz, hogy az auditot folytatni lehessen. Ha az auditor arra a következtetésre jut, hogy a dokumentáció hiányos, az auditot leállíthatja.

Az audit ütemterv

Az audit ütemtervet megkapják az eljárásba bevont felek: az audit csoport, az audit alanya és az ügyfél. Minden felmerülő problémát a felek közötti egyezetetés és véleménycsere útján kell megoldani.

Az audit lefolytatásáért az audit vezetője a felelős, aki kijelöli az audit csoport tagjai számára a végrehajtandó feladatokat.

A vezető auditor feladati és felelősségei:

- az audit terjedelmének meghatározása
- a szükséges háttér-információk megszerzése
- annak megállapítása, hogy az audit kritériumai teljesülnek-e az auditcsoport összeállítása
- az auditcsoiport tevékenységének irányítása
- az auditterv elkészítése és egyeztetése
- az egyeztetett auditterv eljuttatása az érintettekhez
- a munka során használandó dokumentumok előkészítése
- az auditcsoport utasítása az eljárás módjára vonatkozóan
- az audit során fellépő problémák megoldása
- az audit megszakításának eldöntése és a megfelelő tájékoztatás
- az audit megállapításainak és kritikus eltérések jelentése
- az auditjelentés elkészítése
- fejlesztési, javítási javaslatok megtétele

Az auditor feladatai:

- a vezető auditor támogatása annak utasításainak figyelembe vétele
- elegendő auditbizonylat gyűjtése és elemzése, valamint az audit megállapításainak levezetése
- a munka során használt dokumentumok előkészítése a vezető auditor utasítási szerint
- az egyes audit során tett megállapítások dokumentációja
- segítségnyújtás az auditjelentés elkészítésénél

Információs igény illetőleg feladat: írásos anyagok előterjesztések illetve jegyzőkönyvek készítése.

Az audit során több munkaanyag készülhet, mint például a tények és ténymegállapítások dokumentálására szolgáló formanyomtatványok, a KIR elemek és a találkozók anyagának értékelésére vonatkozó eljárási rendek és ellenőrző listák. Ezekre a munkaanyagokra bizalmassági szabályokat és kiadhatósági határidőket kell megállapítani.

Tényadatok gyűjtése

Az auditoroknak elegendő tényadatot kell gyűjteniük, hogy teljesíthessék az audit célját. A tények összegyűjtése a meglévő dokumentációk és adatok áttekintését, helyszíni szemléket és interjúk készítését jelenti. Tesztekre, mérésekre, elemzésre viszonylag ritkán kerül sor. Az auditorok ellenőrzik a szervezet által alkalmazott módszert, amellyel a méréseket lefolytatják, hogy megbizonyosodjanak, hogy az előírásos-e. A megszerzett információkról, mielőtt tényadatként felhasználják, meg kell állapítani, hogy melyik megbízható, és melyik nem.

Az információk megbízhatósága azért fontos, mert az összegyűjtött tényadatokkal kell alátámasztani a jelentésben elírtakat.

Az audit megállapításai

Az audit csoport vizsgálatai során előfordulnak olyan esetek, amikor a tények az előre meghatározott kritériumoknak nem felelnek meg. **Az erre vonatkozó ténymegállapításokat világos, tömör módon dokumentálni kell**. A ténymegállapításokat az auditált szervezet felsővezetőivel meg kell tárgyalni, annak érdekében, hogy el lehessen érni, hogy elismerjék a megállapítások alapját.

Záróülés

Az ülés célja az audit megállapításának bemutatása az auditált szervezet vezetőségének, olyan módon, hogy az értse és elismerje, hogy a megállapítások alapjául szolgáló tények valósak.

Az audit jelentés

A jelentés elkészítése

Az audit jelentésért a vezető auditor a felelős. A jelentésben szereplő témák azok legyenek, amelyeket már az audit tervben leírtak.
A jelentésnek tartalmaznia kell az audit ténymegállapításait és vagy ezeknek az összefoglalását.

A jelentés tartalma

Tartalmazni kell az audit ténymegállapításait, vagy legalább a ténymegállapítások átfogó összefoglalását.

Az audit jelentést a vezető auditornak kell aláírni.

A jelentés elosztása

A vezető auditor küldi el a jelentést a megbízónak. Az auditált engedélyére van szükség az audit jelentés mások számára történő kiadásához, mivel az audit alany nem feltétlenül azonos a megbízóval.

Az audit akkor teljesül, hogy ha az audit tervben meghatározott minden tevékenységet teljesítettek.

A dokumentum kiadása

A munkaanyagot valamint a jelentés nyers és végleges változatát egy bizonyos ideig nem szabad idegenek számára kiadni. Ezt az időt az ügyfél határozza meg. Az auditorral és az audit alannyal egyetértésben. Lehetnek egyéb olyan előírások is amelyekre tekintettel kell lenni, mint pl. érvényes jogszabályok.

7.4. Irodalomjegyzék

Kerekes Sándor – Kindler József: Vállalati Környezetmenedzsment, Aula Kiadó Kft.

Tóth Gergely: Környezeti teljesítményértékelés Kézikönyv

Dr. Kósi Kálmán: Környezetmenedzsment oktatási segédanyag, Budapest, 2003

Környezeti Menedzsment Rendszer Oktatócsomag

Minőség és Megbízhatóság 1998/6

Aczélné Bezegh Barbara: Irányítási rendszerek Integrálási lehetőségeinek vizsgálata, Diplomadolgozat, Budapest, 2002

Tóth Gergely :Vállalatok környezeti teljesítményének értékelése, Doktori értekezés, Budapest, 2002.

Dr. Vranesics Ágnes: Környezetközpontú irányítási rendszerek kiépítési folyamata című dolgozat

Széchenyi István Főiskola, Környezetmérnöki Tanszék: ISO szabvány és KIR kézikönyv minta Győr,2001.

EMAS 2001 – Egyszerűen, Környezetközpontú irányítási rendszerekről és az Európai Parlament és Tanács 761/ 2001 „EMAS" rendeletéről Magyarországon; Szerk*.: Heinz Werner Engel, Tóth Gergely*, Kiadta: Környezettudatos Vállalatirányítási Egyesület (KÖVET – INEM Hungaria)

Tóth Gergely: Környezeti teljesítményértékelés Kézikönyv

Dunapack Rt. környezeti jelentése 1999

SZIF-Universitas Kft.: Győri Szeszgyár és Finomító Rt.; ISO 14001 szerinti környezeti menedzsment rendszer kialakírását célzó előzetes környezeti állapotfelmérés

Richter Gedeon Rt.: Környezeti jelentés 2001

Audi Hungaria Motor Kft.:Egyszerűsített környezetvédelmi nyilatkozat 2000