

Környezeti Informatika

Dr. Kovács, Ferenc, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék
<kovacs@geo.u-szeged.hu>

Dr. prof. Lóki, József, DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék
<loki.jozsef@science.unideb.hu>

Dr. habil. Nagyváradai, László, PTE Természetföldrajz és Geoinformatika Tanszék
<nagyvarl@gamma.ttk.pte.hu>

Dr. habil. Gyenizse, Péter, PTE természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék
<gyenizse@gamma.ttk.pte.hu>

Dr. Bugya, Titusz, PTE Természetföldrajz és Geoinformatika Tanszék
<titusz@gamma.ttk.pte.hu>

Rábay, Andor, PTE Természetföldrajz és Geoinformatika Tanszék
<andorpp@gamma.ttk.pte.hu>

Környezeti Informatika

írta Dr. Kovács, Ferenc, Dr. prof. Lóki, József, Dr. habil. Nagyváradin, László, Dr. habil. Gyenizse, Péter, Dr. Bugya, Titusz, és Rábay, Andor

Publication date utolsó módosítás: 2013.03.24.
Szerzői jog © 2013

Tartalom

Előszó	xiv
1. A környezeti informatika és fejlődése (Kovács F.)	1
1.1.1. Térinformatika a környezeti döntéshozásban	1
1.2. A környezeti informatika előtérbe kerülése	4
1.3. Térinformatikai alkalmazások a környezeti adatelemzésben	5
4. Tesztfeladatok	6
5. Irodalomjegyzék	7
2. Adatnyerési módszerek (Nagyvárad L.)	9
1. 2.1. A távérzékelés fogalma és jellemzése	9
1.1. 2.1.1. A távérzékelési eljárások legfőbb jellemzői	10
1.2. 2.1.2. Az optikai távérzékelés fizikai alapjai	10
1.3. 2.1.3. A távérzékelés típusai	11
2.2. Térképezés és fotogrammetria	14
2.1. 2.2.1. Térképezés légi és űrfelvételekkel	14
3. Tesztfeladatok	16
4. Irodalomjegyzék	17
3. Természeti erőforrás adatbázisok I. (topográfia, domborzat) (Lóki J.)	18
1. 3.1. Bevezetés	18
2. 3.2. Topográfiai adatbázisok	18
2.1. 3.2.1. Terepi méréssel előállítható topográfiai adatbázisok	18
2.2. 3.2.2. Topográfiai adatbázisok előállításának térképek, légi- és űrfelvételek felhasználásával	19
2.3. 3.2.3. Topográfiai adatbázisok beszerzése	20
3. 3.3. Domborzati adatbázisok	22
4. Tesztfeladatok	24
5. Irodalomjegyzék	25
4. Természeti erőforrás adatbázisok II. (talaj, légkör, geológia) (Kovács F.)	27
1. 4.1. Térbeli talajinformációs rendszerek	27
1.1. 4.1.1. TIM	27
1.2. 4.1.2. Agrotopográfiai Adatbázis	28
1.3. 4.1.3. Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer	29
1.4. 4.1.4. Nagyléptékű, földértékelési térképezés	30
2. 4.2. Légköri adattárak	31
2.1. 4.2.1. Meteorológiai mérések, klímavizsgálati lehetőségek	31
2.2. 4.2.2. Levegőkörnyezeti adatok	33
3. 4.3. Földtani, geológiai digitális adatok	34
4. Tesztfeladatok	35
5. Irodalomjegyzék	36
5. Természeti erőforrás adatbázisok III. (felszínfedettség, ökológia, hidrogeográfia) (Kovács F.) ..	39
1. 5.1. Felszínfedettség, területhasználati adatok	39
2. 5.2. Vízrajzi adattárak	40
3. 5.3. Ökológiai adattárak	43
4. Tesztfeladatok	44
5. Irodalomjegyzék	46
6. Antropogén erőforrás adatbázisok (épített környezet, településminősítés) (Gyenis P.)	48
1. 6.1. Bevezető gondolatok	48
2. 6.2. Adatbázisok, adatok egyszerű ábrázolása	49
2.1. 6.2.1. Feladatok	50
3. 6.3. A településfejlődést befolyásoló természeti adottságok és azok értékelése	51
3.1. 6.3.1. Feladat	53
3.1.1. 6.3.1.1. A minősítés lépései	53
4. 6.4. Antropogén hatások a városok természeti környezetére	55
4.1. 6.4.1. Feladat	57
4.1.1. 6.4.1.1. A minősítés lépései	57
5. 6.5. A települések lakott területének minősítése társadalmi igények alapján	62
5.1. 6.5.1. Feladat	62

5.1.1. 6.5.1.1. A minősítés lépései	62
6. Tesztfeladatok	66
7. Irodalomjegyzék	68
7. Környezeti adatokra vonatkozó szabályozás. Környezeti indikátorok (Lóki J.)	70
1. 7.1. Környezetvédelmi törvény	70
2. 7.2. Természetvédelmi törvény	73
3. 7.3. Területfejlesztési törvény	73
4. 7.4. Földmérési és térképészeti tevékenységről szóló törvény	74
5. 7.5. Digitális térképi szabvány (DAT)	74
6. 7.6. Környezeti indikátorok, mutatók	75
7. 7.7. Térbeli lehatárolások	76
8. Tesztfeladatok	76
9. Irodalomjegyzék	78
8. Környezeti monitoring vizsgálati lehetőségei geoinformatikai adatokkal (Kovács F.)	79
1. 8.1. Közvetlen elsődleges adatgyűjtés	79
2. 8.2. Közvetett elsődleges adatgyűjtés	80
2.1. 8.2.1. Fotogrammetria, vagy távérzékelés?	82
3. Tesztfeladatok	88
4. Irodalomjegyzék	89
9. Környezeti értékelést támogató statisztikai adatelemzés (Bugya T.)	91
1. 9.1. Adat és sokaság	91
1.1. 9.1.1. A statisztikai adatok pontossága	92
1.1.1. 9.1.1.1. Pontosság, hiba, a hibák meghatározása	92
1.1.2. 9.1.1.2. Szignifikáns számjegy	92
1.2. 9.1.2. Abszolút hiba, relatív hiba, hibakorlát	92
1.3. 9.1.3. Műveletek korlátozott pontosságú adatokkal	93
1.3.1. 9.1.3.1. Összeadás	93
1.3.2. 9.1.3.2. Kivonás	93
1.3.3. 9.1.3.3. Szorzás	93
1.3.4. 9.1.3.4. Osztás	94
1.4. 9.1.4. Adatfelvételi, adatgyűjtési eljárások, mintavételezés	95
1.4.1. 9.1.4.1. Teljeskörű adatfelvétel	95
1.4.2. 9.1.4.2. Részleges adatfelvétel	95
1.5. 9.1.5. Mérési alapfogalmak – skálátípusok	99
2. 9.2. Középértékek, súlyozás	99
2.1. 9.2.1. Számított középértékek	99
2.2. 9.2.2. Helyzeti középérték, a medián	101
2.3. 9.2.3. Osztályközös középérték	101
2.4. 9.2.4. Súlyozás	101
3. 9.3. Eltérések, szóródás az adatsorban	102
3.1. 9.3.1. Szóródás	102
3.1.1. 9.3.1.1. Terjedelem	103
3.1.2. 9.3.1.2. Az eltérés	103
3.1.3. 9.3.1.3. Szórás	104
3.1.4. 9.3.1.4. Relatív szórás	105
3.1.5. 9.3.1.5. Az átlagos különbség	105
4. 9.4. Eloszlások vizsgálata	105
4.1. 9.4.1. Sztochasztikus eloszlás	105
4.2. 9.4.2. Binomiális eloszlás	106
4.3. 9.4.3. Poisson eloszlás	108
4.4. 9.4.4. Normál eloszlás	108
4.5. 9.4.5. Keverékeloszlások és torzult eloszlások	109
5. 9.5. Összefüggés eloszlások között	111
6. 9.6. Minták összefüggéseinek vizsgálata	112
6.1. 9.6.1. Összefüggések erőssége – Korreláció, korrelációs együttható	112
6.2. 9.6.2. Lineáris összefüggések	114
6.3. 9.6.3. Nemlineáris összefüggések	117
6.3.1. 9.6.3.1. Logaritmikus összefüggés	118
6.3.2. 9.6.3.2. Parabolikus összefüggések	120
6.4. 9.6.4. Periodikus hullámzások vizsgálata, véletlen és ciklikus változások	122

7. Tesztfeladatok	124
8. Irodalomjegyzék	126
10. Indexek a környezeti informatikában (Kovács F.)	128
1. 10.1. Táji indexek	128
2. 10.2. Spektrális indexek	133
3. 10.3. Meteorológiai indexek	136
4. Tesztfeladatok	138
5. Irodalomjegyzék	140
11. Környezeti folyamatok térinformatikai értékelése I. (Lóki J.)	142
1. 11.1. Bevezetés	142
2. 11.2. Adatgyűjtés környezeti térinformatikai rendszerben	142
3. 11.3. Az adatgyűjtés határproblémái	143
4. 11.4. Az adatok előfeldolgozása	144
5. 11.5. Az adatok elemzése	146
6. 11.6. Feladatok - megoldások	146
6.1. 11.6.1. 1. feladat	146
6.2. 11.6.2. 2. feladat	148
7. Tesztfeladatok	149
8. Irodalomjegyzék	151
12. Környezeti folyamatok térinformatikai értékelése II. Változások és térbeli kapcsolatok (Kovács F.)	
152	
1. 12.1. A feldolgozást megelőző kérdések	152
1.1. 12.1.1. Melyik az alkalmas adat?	152
1.2. 12.1.2. Melyik az alkalmas modell?	153
2. 12.2 Változás-változékonyság vizsgálata	153
2.1. 12.2.1. Esettanulmány: Vizes élőhelyek változása a változékonyság ismeretében	154
2.2. 12.2.2. Vegetáció változékonyságának vizsgálata	155
3. 12.3. Térbeli kapcsolatok elemzése ArcGIS-ben	156
4. Tesztfeladatok	157
5. Irodalomjegyzék	158
13. Környezeti objektumok rekonstrukciója (Rábay A.)	159
1. 13.1. Idősorok használata	159
2. 13.2. Problémák az archív adatok használata során	159
3. 13.3. Gyakran használt archív környezeti adatforrások	161
4. 13.4. Objektumrekonstrukció	163
5. 13.5. A csatorna és a régi nyomvonal összehasonlítása	165
6. Tesztfeladatok	165
7. Irodalomjegyzék	167
14. Környezeti informatika alkalmazása a tájértékelésnél és a területi tervezésnél (Lóki J.)	168
1. 14.1. Bevezetés	168
2. 14.2. Tájértékelés GIS módszerekkel	168
2.1. 14.2.1. Adatgyűjtési lehetőségek tájértékeléshez	169
2.2. 14.2.2. Példák -megoldások	172
2.2.1. 14.2.2.1. 1. példa	172
2.2.2. 14.2.2.2. 2. példa	175
3. 14.3. Területi tervezés GIS módszerekkel	177
3.1. 14.3.1. Adatgyűjtési lehetőségek területi tervezéshez	177
3.2. 14.3.2. Példák – megoldások	179
3.2.1. 14.3.2.1. 1. példa	179
3.2.2. 14.3.2.2. 2. példa	179
4. Tesztfeladatok	180
5. Irodalomjegyzék	181
15. Alkalmazott környezeti információs rendszerek (Kovács F.)	183
1. 15.1. Magyarországi Környezeti Információs Rendszerek	184
1.1. 15.1.1. Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer	184
1.2. 15.1.2. Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer (TeIR)	
187	
2. 15.2. Nemzetközi környezeti információs rendszerek	188
2.1. 15.2.1. GMES, GEOSS, GRID és SEIS – Nemzetközi környezeti adatforrásoktól a Közös	
Környezeti Információs Rendszerig	188

2.2. 15.2.2. Európai téradat infrastruktúra, az INSPIRE	189
3. Tesztfeladatok	190
4. Irodalomjegyzék	192

Az ábrák listája

1.1. Példa a valós világ ábrázolására GIS környezetben (forrás: http://images.flatworldknowledge.com/campbell/campbell-fig07_004.jpg)	1
1.2. Térinformatikai alkalmazások általános folyamatábrája (Elek 2008 alapján) - ANIMÁCIÓ	2
1.3. Google Earth, mint ingyenes, térbeliségen alapuló szolgáltatás	2
1.4. A Nasa WorldWind alkalmazásai	2
1.5. Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer kezdőlapja az elérhető adatokkal (forrás: OKIR)	3
1.6. Ramsari területek Magyarországon	4
1.7. Környezeti GIS hírek az ESRI honlapjáról (forrás: ESRI News)	5
1.8. Élőhely-változás térképezése (Ladányi et al. 2012 alapján) + ANIMÁCIÓ	5
1.9. Földhasználati javaslat a Földhasználati zónarendszerben (Kohlheb et al. 2009)	5
1.10. Tájökológiai térkép (Mezősi; Rakonczai 1997)	6
1.11. Táji kölcsönkapcsolatok elemzése	6
1.12. Természeti hátrányok előfordulása a települések mezőgazdasági területein (Szabó et al. 2011)	6
2.1. A Montgolfier fivérek hőlégballonja Versailles fölött	9
2.2. A távérzékelés elemei és kapcsolatuk	11
2.3. Különböző pályákon keringő érzékelők - 2 DB ANIMÁCIÓ + 2 DB VIDEÓ	11
2.4. A távérzékelés típusai	12
2.5. Atmoszférikus ablakok	12
2.6. A légifelvétel készítésének elve	12
2.7. Hordozóeszközök	13
2.8. Különböző térbeli felbontású felvételek szimulációja (gyakran használt pixelméretekkel) - ANIMÁCIÓ	14
2.9. Az ürtérképezés néhány adata	15
3.1. Talajvízkutak törzsszámmal a Dél-Nyírségben	19
3.2. Részlet az Első Katonai Felvételtől	20
3.3. A Második Katonai Felvétel részlete	20
3.4. A Harmadik katonai felvétel részlete	20
3.5. Az 1:50 000-es méretarányú térkép részlete	21
3.6. Az 1:10 000-es méretarányú térkép részlete	21
3.7. Vektoros térkép vetületbe illesztése vektoros térképpel (ArcGIS programmal) - ANIMÁCIÓ	22
3.8. Erdély – Az SRTM adatbázis felhasználásával készült Global Mapper szoftverben	23
3.9. A Kárpát – medence az ASTER GDEM adatbázis felhasználásával készült Global Mapper szoftverben	24
4.1. TIM pontok hálózata Magyarországon (forrás: MTA TAKI 2004)	27
4.2. Genetikai talajtípusok térbelisége az AGROTOPO szerint (forrás: MTA TAKI 2008) + ANIMÁCIÓ	28
4.3. Vízgazdálkodási tulajdonságok alföldi mintaterületen az Agrotopográfiai adatbázis szerint + VIDEÓ	28
4.4. Kreybig-féle talajismereti térkép és egy mintavételi pont törzslapja (részlet) (forrás: MTA ATK TAKI)	29
4.5. DKTIR információs rendszer a bodrogi mintaterületre vonatkozóan (forrás: MTA ATK TAKI)	30
4.6. DKTIR terepi reambulációja előtti (balra) és utáni állapot (jobbra) alapján szerkesztett talajtérkép térbeliségének különbsége (forrás: MTA ATK TAKI)	30
4.7. Nagyléptékű, 1:10.000-es genetikai és földértékelési térkép, mint a precíziós mezőgazdaság alapja (térkép- és jelmagyarázat részlet MTA ATK TAKI alapján)	31
4.8. Térbeli Talajinformációs Rendszerek összehasonlítása (Pásztor 2011 alapján)	31
4.9. Időjárás Napijelentés (részlet)	32
4.10. Csapadékadatok a Vízrajzi Évkönyvben (forrás: Vízrajzi Évkönyv 2006)	32
4.11. Meteorológiai állomások Magyarországon (forrás: Vízrajzi Évkönyv 2006)	32
4.12. Példa dél dunántúli csapadékértékek térbeli kiterjesztésére (Németh 2004 alapján)	32
4.13. Példák mobil és automata mérőállomás aktuális adatainak lekérésére (2012.06.20.) (forrás: OLM) + VIDEÓ	33
4.14. Szeged, 2012 tavaszi kén- és nitrogén-dioxid értékeinek megjelenítése (forrás: OLM)	33
4.15. Magyarország 1:100.000-es földtani térképe (forrás: MFGI)	34

4.16. Mérnökgeológiai térkép az MFGI Geoportálon és hazánk környezetföldtani megkutatottsága (forrás: MFGI Geoportál és MBFH)	35
5.1. Dunamenti területhasználat különböző adatforrásokon (Kovács 2011)	39
5.2. Beépítés 2000-2006 között Nyíregyháza és Budapest környezetében (Kovács 2011) + VIDEÓ	40
5.3. Vízrajzi törzshálózati térképsorozat egy szelvénye (Vízrajzi évkönyv 2006)	41
5.4. Pontszerű adatok interpolációja talajvíz kutak adatai alapján (Rakonczi 2006)	41
5.5. Felszíni vízminőség ellenőrző hálózat és egy mérőpont értékei a FEVI szerint a Balaton területén (forrás: FEVI)	42
5.6. Belvízgyakoriság térkép a Dél-Alföldön a belvízi elöntési térképek alapján (Körösparti et al. 2009)	43
5.7. MÉTA kvadrátok és hatszögek (MÉTA alapján)	43
5.8. MÉTA eredménytérképek (forrás: MÉTA program)	43
5.9. Az Erdőtérkép állomány különböző részletességgel (forrás: Erdőtérkép)	44
6.1. Példa az okirteir.vm.gov.hu használatára - VIDEÓ	49
6.2. Pécs és környékének lejtőkategória térképe (a fehér vonalak a városrészek határát mutatják)	54
6.3. Pécs és környékének lejtőkitettségi térképe (a fekete vonalak a beépített terület határát mutatják)	54
6.4. Víz távolságtól függő pontozás 2 % alatti lejtésű területeken (a 2 %-nál meredekebb lejtők a legmagasabb kategóriába tartoznak)	55
6.5. Pécs település-terjeszkedési szempontú, természeti adottságokon nyugvó, relatív súlyozású környezetminősítő térképe (a jelmagyarázatban a relatív pontszámok szerepelnek)	55
6.6. Néhány felvétel, amin jól megfigyelhető a talaj leburkolása, a domborzat és a vízrajz átalakítása, kivájás és feltöltés - VIDEÓ	57
6.7. A társadalmi hatások típusai Pécs közigazgatási területén (Lóczy; Gyenizse 2010 alapján, módosítva)	57
6.8. A jellemző felszínborítási típusok Pécsen és környékén napjainkban	59
6.9. A jelentős mértékben alapincézett, az építkezések és ipari tevékenység által feltöltött, vagy a bányászat által károsított területek	59
6.10. Emberi hatások a felszíni és felszín alatti vizekre	60
6.11. Nagy magasságú mesterséges teraszok Pécs környékén	61
6.12. Közlekedési útvonalak domborzat-átalakítása Pécs környékén	61
6.13. Pécs relatív súlyozású környezetminősítő térképe, amely a társadalomnak és a gazdaságnak a természeti környezetre gyakorolt legjelentősebb morfológiai, hidrológiai, illetve növényzeti hatásai alapján készült (a jelmagyarázatban a relatív pontszámok szerepelnek)	61
6.14. Milyen mértékben befolyásolná az Ön választását az alábbi tényezők, amennyiben jelenlegi lakhelyéről el kívánná költözni? Kérem, pontozza az alábbi tényezőket. Pontok: -2 (igen hátrányos), -1 (kissé hátrányos), 0 (semleges), 1 (kedvező), 2 (igen vonzó) (Gyenizse 2009 alapján, módosítva) .	63
6.15. Példa a Pécs esetében felhasznált objektumokra (társadalmi tényezőkre), azok pontszámai és távolságkorlátai (Gyenizse 2009 alapján, módosítva)	63
6.16. Példa a Pécs minősítéséhez használt rétegekre - ANIMÁCIÓ	64
6.17. Különböző lefutású érték-felületek	64
6.18. Élesen lehatárolt objektumokat tartalmazó részeredmény rétegek összegzéséből kapott eredményréteg (a jelmagyarázatban a pontszámok szerepelnek)	65
6.19. A valamilyen objektumtól mért távolság alapján szerkesztett (fuzzy) rétegek összegzéséből kapott térképréteg (a jelmagyarázatban a pontszámok szerepelnek).	65
6.20. A fuzzy és az élesen lehatárolt objektumokat tartalmazó eredmény rétegek összegzéséből kapott végső eredményréteg (a jelmagyarázatban a pontszámok szerepelnek)	66
7.1. A talajvíz foszfáttartalma	73
7.2. A hazai védett területek térképe	73
7.3. Debreceni Nagyerdő részlete 1:10 000-es topográfiai térképen	74
7.4. Település részletének térképe helyrajzi számokkal és házszámokkal	75
7.5. A Tisza vízgyűjtő területe	76
8.1. Koordináta meghatározás mérőállomással (fotók: Kovács F.)	79
8.2. Hazai permanens referencia állomások a valós idejű GNSS hálózatban (forrás: GNSSnet)	80
8.3. Földrengés vizualizációja LIDAR adatok alapján (kék árnyalatok: a terület lefelé mozdult el; piros árnyalatok: a terület felfelé mozdult el) (forrás: Oskin, M.)	81
8.4. Katonai légifelvételezés területi fedettsége Magyarországon 1966. év példáján, illetve a 2000. évi ár- és belvíz infravörös fotón Csongrádnál (adatok: Topomap, Vituki Rt. - Argos)	81
8.5. Kunhalom légifotók a www.legifoto.com-on	81

8.6. Magyarország légifelvételzése program területi lefedettségei (2000, 2005.: egész Magyarország) és az ortofotó, mint a MePAR alapja (adatok: FÖMI, MePAR)	82
8.7. Műholdképes fotogrammetria; szabadon elérhető QuickBird felvétel: Maros menti terület 2006.09.12-én (forrás: Google Earth) + VIDEÓ	83
8.8. Földmegfigyelési műholdprogramok és a felvételek jellemzői	83
8.9. Erdőterületek monitoring vizsgálata MODIS felvételek alapján (Kovács 2012) + VIDEÓ	84
8.10. LANDSAT alapú monitoring Csernobil városára (forrás: USGS LANDSAT Gallery) + VIDEÓ	85
8.11. LANDSAT alapú monitoring a bolíviai esőerdőkre (forrás: USGS LANDSAT gallery)	85
8.12. LANDSAT TM alapú monitoring magyarországi, szikes, vizes élőhelyen	85
8.13. RapidEye globális fedettség 2011-ben (forrás: RapidEye Coverage Maps)	86
8.14. Nagy tér- és időfelbontású monitoring: one-stop-shop (forrás: ASTRIUM Satellite Imagery)	86
8.15. Néhány képi adat jellemzője és ára	87
9.1. A mintavételezés rendszere vázlatosan	95
9.2. Példa az abszolút-gyakorisági sorokra: Januári középhőmérsékletek megoszlása az egyes hőmérsékleti kategóriákban Budapesten 1871-1995 között (forrás: Magyarország népessége és gazdasága - Múlt és jelen. KSH, 1996) + VIDEÓ	101
9.3. Példa a tartam-idősorokra: Almatermelés Magyarországon, 1951--1995, évek átlaga, ezer tonna (forrás: Magyarország népessége és gazdasága - Múlt és jelen. KSH, 1996)	102
9.4. Az értékek egymással vett különbségeinek abszolút értékei	105
9.5. Példa a sztochasztikus eloszlás grafikus megjelenésére: Tiszadob éves csapadékösszegei, 1955-től 2002-ig (forrás: OMSZ csapadékmérő állomás, Tiszadob)	106
9.6. Példa az abszolút-gyakorisági sorokra: januári középhőmérsékletek megoszlása az egyes hőmérsékleti kategóriákban Budapesten 1871-1995 között (forrás: Magyarország népessége és gazdasága -- Múlt és jelen. KSH, 1996. A – év, B – januári középhőmérséklet, C – júliusi középhőmérséklet, D – éves középhőmérséklet)	107
9.7. A normális eloszlás általános képe	108
9.8. A standard normális eloszlású valószínűségi változó eloszlásfüggvényének egyes értékei	109
9.9. A torzult normál eloszlású sokaság grafikus képe általánosan	110
9.10. A keverék eloszlás grafikus képe általánosan	111
9.11. Annak a valószínűsége, hogy Budapesten a januári középhőmérséklet 5 egymást követő évben 1, 2, 3, 4, illetve 5 esetben lesz magasabb, mint 1°C	111
9.12. Annak a valószínűsége, hogy Budapesten a januári középhőmérséklet 15 egymást követő évben 1, 2, 3 ... 14, 15 esetben lesz magasabb, mint 1°C	111
9.13. Annak a valószínűsége, hogy Budapesten a januári középhőmérséklet 30 egymást követő évben 1, 2, 3 ... 29, 30 esetben lesz magasabb, mint 1°C	112
9.14. Annak a valószínűsége, hogy Budapesten a januári középhőmérséklet 100 egymást követő évben 1, 2, 3 ... 99, 100 esetben lesz magasabb, mint 1°C + 2 DB VIDEÓ	112
9.15. Példa a korrelációs együttható meghatározására: A havi közepes csapadékmennyiség (mm) és a havi közepes felhőborítottság (%) alakulása Misinán (Pécs), az 1901--1950 évek átlagában. (forrás: Baranya megye természeti földrajza. Baranya Megyei Levéltár, 1977)	113
9.16. Példa a trend meghatározására: Csecsemőhalandóság Magyarországon 1900--1990 között (ezrelékben) (forrás: Magyarország népessége és gazdasága -- Múlt és jelen. KSH, 1996) (E táblázat nem csupán a lineáris-, hanem a logaritmikus-, valamint a parabolikus összefüggések meghatározásához szükséges részeredményeket is tartalmazza.)	115
9.17. A 9.16. ábra adataiból lineáris trend alapján számított értékek az egyes évekhez	116
9.18. Csecsemőhalandóság adatai Magyarországon 1920-1990 között (ezrelék) és az erre illesztett lineáris trend grafikonja	116
9.19. Példa a regressziós egyenes ábrázolására: A havi közepes csapadékösszeg(x) és a havi közepes felhőborítottság (y)(%) összefüggése a Misinán (Pécs) az 1901--1950 évek mérései alapján (forrás: Baranya megye természeti földrajza. Baranya Megyei Levéltár, 1977)	117
9.20. Csecsemőhalandóság adatai és meghatározott exponenciális trendje Magyarországon, 1920-1990 között (ezrelék)	119
9.21. Csecsemőhalandóság adatai és meghatározott exponenciális trendje Magyarországon, 1920--1990 között (ezrelék), szemilogaritmikus koordináta-rendszerben ábrázolva	119
9.22. Csecsemőhalandóság adatai Magyarországon 1920-1990 között (ezrelék) és az erre illesztett parabolikus trend grafikonja	120
9.23. A csecsemőhalandóság adatai Magyarországon 1920-tól 1990-ig, valamint az ezekre illesztett lineáris trend, exponenciális trend és parabolikus trend eredményei	121

9.24. A csecsemőhalandóság adataira illesztett lineáris trend, exponenciális trend és parabolikus trend eltérései az eredeti adatoktól	121
9.25. Csecsemőhalandóság adatai Magyarországon 1920–1990 között (ezrelék) és az erre illesztett lineáris-, exponenciális-, valamint parabolikus trend grafikonja	121
9.26. Példa a periodikus hullámváz meghatározására: a pécsi és a sellyei munkaügyi központhoz tartozó területeken a munkanélküliség alakulása 1993-tól 1996-ig, havi bontásban. (forrás: Baranya Megyei Munkaügyi Központ Évkönyve 1996)	123
9.27. A 9.28. ábra G és H oszlopa adatainak grafikus ábrázolása (bővebben lásd a szövegben) ...	123
9.28. A 9.28. ábra C, D, I és J oszlopa adatainak grafikus ábrázolása (bővebben lásd a szövegben)	124
10.1. Azonos területű, de eltérő komplexitású foltok stabilitása (Mezősi; Fejes 2004)	128
10.2. Különböző folt típusok kerület/terület arányai (km/ha) (Szabó 2009) + ANIMÁCIÓ	129
10.3. Shannon féle tájdiverzitás térkép Magyarországra (Kollányi 2004)	129
10.4. Fragmentációs súlyozott paraméterek a közutak példáján (paraméterek: Csorba 2006)	131
10.5. Magyarország kistájainak ökológiai feldaraboltsági mutatója (Csorba 2006) (fekete: legerősebben felszabdalt; fehér: legkevésbé felszabdalt)	131
10.6. Nemzeti Ökológiai Hálózat térképe alföldi mintaterületen (lila: folyosófoltok, barna: magterületek) (Forrás: TIR)	131
10.7. Komplex tájterhelhetőségi mutató tényezői és eredménye (Kollányi 2004)	131
10.8. Gyepterületek nagyságának változása településenként 1895–2000 között (Kollányi 2004) ..	132
10.9. Táj látványtérképe (C) és forrástérképei: a felszín vizuális értéke (A) és a környezetre gyakorolt antropogén hatások mértéke (B). („A” forrástérképei a növényborítottság látvány és a növényborítottság nélküli értékes felszíni formák térképek) (Mezősi 1991)	132
10.10. A területhasználat típusok beosztása a természetesség szempontjából, svájci gyakorlat szerint (Kollányi 2004)	133
10.11. A vegetációról visszaverődő fényt jellemző reflektanciagörbe (Mucsi 2004)	133
10.12. Átlag és szélsőség (aszály) NDVI térbelisége az erdőnövekedés szempontjából fontos időszakban (június) a Duna-Tisza közén 2000–2011 alapján (Kovács 2012 alapján) + ANIMÁCIÓ	133
10.13. MODIS EVI globális monitoring (Kárpát-medence - 2006 július) (adatforrás: LPDAAC Datapool)	134
10.14. EVI medián értékek alakulása 2000–2011 között erdőterületeken (Kovács 2012)	135
10.15. Vörös és közeli infravörös sávok hisztogramja a jellegzetes „pomponos sapka” (tasseled cap) alakot mutatja	136
10.16. Tasseled Cap RGB321 kompozítként (zöld árnyalat: vegetáció, vörös árnyalat: magas víztartalom, kék árnyalat: talaj-, vegetációmentes felszín, kékes-vörös árnyalat: nedves talaj) + ANIMÁCIÓ	136
10.17. PAI értékek Kiskunhalas meteorológiai állomása alapján (1931–2009) (Ladányi 2010)	136
10.18. A PAI aszályindex 2012-es értékeinek területi eloszlása (forrás: Vízügy)	137
10.19. 2003 januári, 12 hónapos visszatekintésű PDSI térkép Európáról (forrás: Global Drought Monitor)	138
10.20. 3 hónapos SPI térkép 2012 augusztusára, Délkelet Európára (forrás DMCSEE projekt)	138
11.1. Az adatok típusai (A csoportosítás a HEFOP/2004/3.3.1/0001.01 „Környezet és távérzékelés” segédlet szempontjainak a felhasználásával készült.)	142
11.2. Az adatinformációk típusai (A csoportosítás a HEFOP/2004/3.3.1/0001.01 „Környezet és távérzékelés” segédlet szempontjainak a felhasználásával készült.)	143
11.3. Raszteres térképrészlet: a, 72 dpi; b, 600 dpi felbontással	145
11.4. Vetületi rendszerbe illesztett Landsat7 űrfelvételek kijelölt mintaterülettel	147
11.5. A mintaterületről két időpontban készült űrfelvételek + ANIMÁCIÓ	147
11.6. Classifier/Signature editor parancs - ANIMÁCIÓ	148
11.7. A választott űrfelvételek területi adatai	148
11.8. A választott mintaterület művelésági változásai	148
11.9. Vektoros réteg készítése - ANIMÁCIÓ	148
11.10. Attribútum adatok megadása - ANIMÁCIÓ	148
11.11. Táblázatok összekapcsolása - ANIMÁCIÓ	149
11.12. 4. Statisztika számoltatása - ANIMÁCIÓ	149
11.13. 5. A felületek összehasonlítása - ANIMÁCIÓ	149
11.14. Az összehasonlítás eredménye - ANIMÁCIÓ	149
11.15. Térkép szerkesztése - 3 db ANIMÁCIÓ	149
12.1. Állami térképsorozat felbontása és pontossága (Winkler 2001)	152
12.2. Űrfelvételekkel és légifelvételekkel készíthető térképsorozatok (Winkler 2001 alapján)	152
12.3. Területhasználat változások miatt a topográfiai térkép tematikusan pontatlan	153
12.4. Titkosítás miatt nem teljes a 2005. év légifotó	153

12.5. A hidrológiai jellemző valószínűségi eloszlásfüggvénye a jelen (1) és az új (2) éghajlat esetén (Nováky 2003)	154
12.6. Vizes élőhelyek hidrogeográfiai változása a XVIII. századtól napjainkig 11 időpont (állapot) alapján (Kovács 2011)	154
12.7. Változékonyság rövid időtartam nagyon nagy időfelbontású vizsgálatával	155
12.8. A változás térbelisége a változékonyság ismeretében (Kovács 2011)	155
12.9. A MODIS kompozit mentése és előkészítése - ANIMÁCIÓ	156
12.10. A mintaterület kistájak kivágása - ANIMÁCIÓ	156
12.11. Kistájak mintaterület vegetációs jellemzése EVI alapján - ANIMÁCIÓ	156
12.12. Talaj szervesanyag-tartalom és terméshozam kapcsolata - 2 DB ANIMÁCIÓ	156
12.13. Lejtőszög és szervesanyag-tartalom kapcsolata - 2 DB ANIMÁCIÓ	157
13.1. Grönland jégtakarójának változása idősorok geoinformatikai elemzésével - VIDEÓ	159
13.2. 2 m/px felbontású ortofotó (forrás: FÖMI)	160
13.3. 0,5 m/px felbontású ortofotó (forrás: FÖMI)	160
13.4. Részlet az I. katonai felmérés térképéről	161
13.5. Részlet az II. katonai felmérés térképéről	162
13.6. Részlet az III. katonai felmérés térképéről	162
13.7. Részlet a Kreybig-féle Átnézetes Talajismereti Térképből (forrás: MTA ATK TAKI)	163
13.8. Ortofotó részlet	163
13.9. Részlet az II. katonai felmérés térképéről	164
13.10. Részlet az 1:10.000 méretarányú topológiai térképről	164
13.11. Részlet az I. katonai felmérés térképéről	164
13.12. A rekonstruált nyomvonal	165
13.13. A szabályozás előtti, rekonstruált meder szakaszainak hossza	165
13.14. Eredeti hossz (rekonstruált) / csatorna hossz (2km)	165
14.1. Magyarország tájbeosztása	169
14.2. Részlet a tájbeosztás térinformatikai adatbázisából	169
14.3. Részlet a II. Katonai felvétel térképlapjáról	170
14.4. A Velencei-tó légifelvétele	170
14.5. A Google Föld műholdfelvételének a részlete (Debrecenről ÉNy-ra)	171
14.6. A CLC06-HU részlete	172
14.7. Magyarország kistájai a Hortobágy kijelölésével + ANIMÁCIÓ	173
14.8. A Hortobágy CORINE térképen történő megjelenítése - ANIMÁCIÓ	173
14.9. A CORINE 2006 részlete a Hortobágy fedvénnyel	173
14.10. A CORINE 2006 kivágott részlete + ANIMÁCIÓ	174
14.11. Magyarország területén előforduló CORINE kódok és megnevezésük + ANIMÁCIÓ	175
14.12. Az újraosztályozás után a Hortobágy felszínborítása és területi értékei	175
14.13. Nyírség részeinek exportálása - ANIMÁCIÓ	175
14.14. Geoprocessig/Clip használata - 2 db ANIMÁCIÓ	176
14.15. A V-LATE párbeszédablaka a Nyírség felszínborítási térképével	176
14.16. Részlet a Nyírség tájmetriai adatbázisából	176
14.17. Település részlete úrfelvételen	177
14.18. Földmérési alaptérkép részlete (a képen az utcánév, a házszám, hrsz. és a lakóterületek jelzései láthatók)	178
14.19. Közép-Nyírség kistáj térképe - ANIMÁCIÓ	179
14.20. Layerek az ArcMap-ben - ANIMÁCIÓ	179
14.21. Az ármentesítések előtti állapotot szemléltető „pocsolyatérkép” - ANIMÁCIÓ	180
15.1. Törökbálint környezeti információs weboldala (forrás: http://terkep.torokbalint.hu/)	183
15.2. OKIR az interneten – Mi van a környezetemben? című alkalmazás példa: Az SZTE Ady téri épülete idősoros légszennyezési és hulladékgazdálkodási adatokkal és a közelben lévő telephelyekkel (forrás: http://okir.kvvm.hu/area/) + VIDEÓ	185
15.3. OKIR az interneten – LAIR, légszennyező anyag kibocsátások példa; fő nitrogén-oxid kibocsátók 2010-ben Szegeden. (forrás: http://okir.kvvm.hu/lair/)	185
15.4. A TDR üzemek üzemméret szerinti eloszlása a Dunántúlon (forrás: http://okir-tdr.helion.hu/)	186
15.5. A Vezetői döntés-előkészítő modul, mint a TAR által integrált hét tematikus modul egyike (forrás: Természetvédelmi Információs Rendszer)	186
15.6. A közönségszolgálati modul megjelenése a Bükki Nemzeti Park példáján (forrás: TIR Közönségszolgálati Modul) + VIDEÓ	187
15.7. Regisztrációhoz kötött és nyilvános TeIR alkalmazások (forrás: TeIR honlap)	187

15.8. TeIR-be adatokat szolgáltatók köre és adatok lekérdezése az interaktív rendszerben (TeIR adatai alapján szerkesztve)	187
15.9. Az ESA GMES honlapja (forrás: ESA GMES)	188
15.10. GRID eredménytérkép példák Európáról (forrás: GRID UNEP)	189
15.11. OneGeology (INSPIRE geo tartalomszolgáltató) keretében összeállított, egységes jelkulcsú 1:1.000.000 méretarányú, webes földtani térkép (forrás: OneGeology Europe)	190
15.12. DDM-5 adatok metaadatai – részlet (forrás: FÖMI Geoshop)	190

Az egyenletek listája

2.1. Visszaverődés-elnyelődés-áthaladás	11
9.1. Az abszolút hiba	92
9.2. A relatív hiba	92
9.3. Az abszolút hibakorlát	93
9.4. A relatív hibakorlát	93
9.5. A számtani középérték	100
9.6. A mértani középérték kiszámítása	100
9.7. Harmonikus középértékek	100
9.8. A négyzetes (kvadrátikus) középérték	100
9.9. A középértékek sorrendje	101
9.10. Osztályközös középérték	101
10.1. Táji dominanciaindex	129
10.2. Táji közelségi index	130
10.3. Táji asszociációs index	130
10.4. Táji aggregációs index	130
10.5. Normalizált Vegetációs Index (NDVI)	133
10.6. Enhanced Vegetation Index (EVI)	134
10.7. Tasseled Cap wetness index	135
10.8. Pálfai aszályossági index	136
10.9. PAI korekciós tényező (1)	137
10.10. PAI korekciós tényező (2)	137
10.11. PAI korekciós tényező (3)	137
10.12. Módosított PAI	137
11.1. A nagytítás elfogadható mértékének számítása	145

Előszó

A Környezeti Informatika c. digitális tananyag a TÁMOP-4.1.2.A/1-11/1 pályázat támogatásával jött létre. A tananyagfejlesztésben az Szegedi Tudományegyetem mellett a Debreceni Egyetem és a Pécsi Tudományegyetem oktatói vettek részt.

A Környezeti Informatika című tananyag a geográfus és környezettudomány mesterszakos hallgatók számára készült. A tartalom megértéséhez - elsősorban a módszertani elemek miatt - érdemes a geoinformatikába bevezető tantárgyak elsajátítása. Ennek a címe a képzési helyektől függően lehet: Bevezetés a térinformatikába, Geoinformatika alapjai, Térinformatika alapjai.

A tananyag a digitális tartalom miatt folyamatosan, könnyen bővíthető az igények szerint, és egyes moduljai bővebb tartalommal más kurzusokhoz köthetők.

Az elméleti és gyakorlati tartalom megértését, elsajátítását a megfelelő linkek, internetes források mellett animációk, videók is segítik. Az animáció megnevezés elsősorban a GIS szoftvereknek - ArcGIS, ERDAS - a környezeti vizsgálatokban alkalmazható lehetőségeire utal. Itt különböző, a gyakorlati órákon is bemutatható, alkalmazható folyamatokat láthatunk. A videók az adatbázisok, környezeti folyamatok, egyéb adatfeldolgozások bemutatását célozzák meg. A mozgóképek GOM Player, VLC Media Player, Windows Media Player programokkal futtathatók.

A tananyag fejezetekre bomlik, a tanulási folyamatban ezeken egymás után kell végighaladni. A fejezetek száma alkalmazkodik az egyetemi szemeszterek hosszához, így minden fejezet tartalma egy hét előadásához és gyakorlatához illeszthető. Minden fejezet végén ellenőrző kérdések találhatók, megoldásokkal. A teszt jellegű feladatsor a felsőoktatási intézmények helyi keretrendszerain keresztül felhasználható az évközi vagy a vizsgaidőszaki számonkérés során.

A jelen digitális tananyag a TÁMOP-4.1.2.A/1-11/1-2011-0025 számú, "Interdiszciplináris és komplex megközelítésű digitális tananyagfejlesztés a természettudományi képzési terület mesterszakjaihoz" című projekt részeként készült el.

A projekt általános célja a XXI. század igényeinek megfelelő természettudományos felsőoktatás alapjainak a megteremtése. A projekt konkrét célja a természettudományi mesterképzés kompetenciaalapú és módszertani megújítása, mely folyamatosan képes kezelni a társadalmi-gazdasági változásokat, a legújabb tudományos eredményeket, és az info-kommunikációs technológia (IKT) eszköztárát használja.



SZÉCHENYI TERV



MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

1. fejezet - A környezeti informatika és fejlődése (Kovács F.)

Közismert globális probléma, hogy miközben az emberiség hatása és igényei nőnek, a természeti erőforrásaink csökkennek; a földi diverzitás megóvása mindannyiunk érdeke. Egyre fontosabb a rendelkezésre álló környezeti vagyon objektív felmérése és megfelelő kezelése, a folyamatok modellezése. A számítógép alapú döntéstámogató rendszer az egyik válasz a környezeti menedzsment és tervezés kihívásaira.

Szabadon elérhető tudástárak és a magyarországi környezetmérnöki, környezetvédelmi, agrár, informatikai felsőfokú oktatás tananyagai segítik a téma iránt érdeklődőket a környezeti elemek megismeréséhez, folyamatainak vizsgálatához és a korszerű vizsgálati módszerek és technológiák elsajátításához (Tamás 2005, Domokos 2009, Gyulai 2011). A legújabb tudományos eredmények megismertetésére, a módszertani ismeretek megújítására felvállalt, a természettudományi mesterképzésben használható tananyagunk az önálló tudománnyá vált környezetinformatika kialakulását és fejlődését vizsgálja, az elméleti és gyakorlati tartalom elsajátításának korszerű eszközeivel.

alapfogalmak: földrajzi információs rendszer, térbeli adatkezelés, alkalmazott térinformatika

kulcsfogalmak: környezeti informatika, környezeti információs rendszerek, összetett térbeli adatelemzés

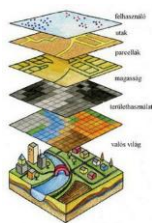
1. 1.1. Térinformatika a környezeti döntéshozásban

Az élő és az élettelen környezeti-, illetve tájalkotó tényezők (talaj, domborzat, klíma, vegetáció, víz, ember...) megfigyelésére és **a (földrajzi) problémák objektív felmérésére, az állapotok rögzítésére, a változások nyomon követésére alapozott interdiszciplináris tudományág a környezeti informatika.**

Egy ország fenntartható fejlődésének kulcsa a természeti-környezeti erőforrások optimális használatán alapuló gazdálkodási rendszerek kialakításában rejlik. E stratégia megalapozásához, kidolgozásához és kivitelezéséhez elengedhetetlen a környezet alapállapotának, a jellemző terhelési folyamatoknak, a változások mértékének és irányának, a hatások összefüggéseinek, valamint a társadalom és a gazdasági szereplők érintettségének ismerete.

A legtöbb környezeti, környezetvédelmi probléma rendelkezik térbeli vetülettel. A környezetvédelmi döntéstámogató rendszert különböző módokon lehet meghatározni és kivitelezni, de jellemzően tartalmazza az adatok megszerzését és rendezését, a modell folyamatokat, valamint útmutatást ad a felhasználónak a különböző eljárások menetében. A területre vonatkozó adatokat, adatrégeket megválaszthatjuk a probléma behatóbb megismerése érdekében, és az így kiválasztott paraméterekkel (kulcsparaméterek) írhatjuk le a valós folyamatokat, mint például egy agrár-alkalmassági vizsgálat esetében érdekes lehet a: talajtani paraméter I (pH), talajtani paraméter II. (szervesanyag tartalom), domborzati paraméter I (kitettség), domborzati paraméter II (lejtőszög), klímaparaméter I (átlaghőmérséklet), klímaparaméter II (éves csapadékösszeg), termesztett növény, betakarított mennyiség (1.1. ábra). Jól látható, hogy a felsoroltak lehetnek térképi, képi, vagy alfanumerikus adatok, de természetesen **valamennyi adat bír térbeliséggel**. A térbeliséggel bíró adatok és elemzésük, az adatok közötti kapcsolatok keresése, állapotok és változások térképezése; ezen feladatokra egyértelműen a **földrajzi információs rendszerek (GIS) kínálnak a legalkalmasabb módszertant**, így ez a környezetvédelmi döntéstámogató rendszer egyik legfontosabb eleme (1.2. ábra - animáció). Módszertani kutatások eredményeként olyan korszerű, informatikai alapokra épített szakértői rendszerek érhetők el, amely alkalmasak a környezet állapotát érintő, tágabban a környezetet érő (káros) hatásokra bekövetkező állapotváltozások, és túl ezen: a hatások okait jelentő társadalmi, gazdasági, technológiai folyamatok összefüggéseit elemezni.

1.1. ábra - Példa a valós világ ábrázolására GIS környezetben (forrás: http://images.flatworldknowledge.com/campbell/campbell-fig07_004.jpg)



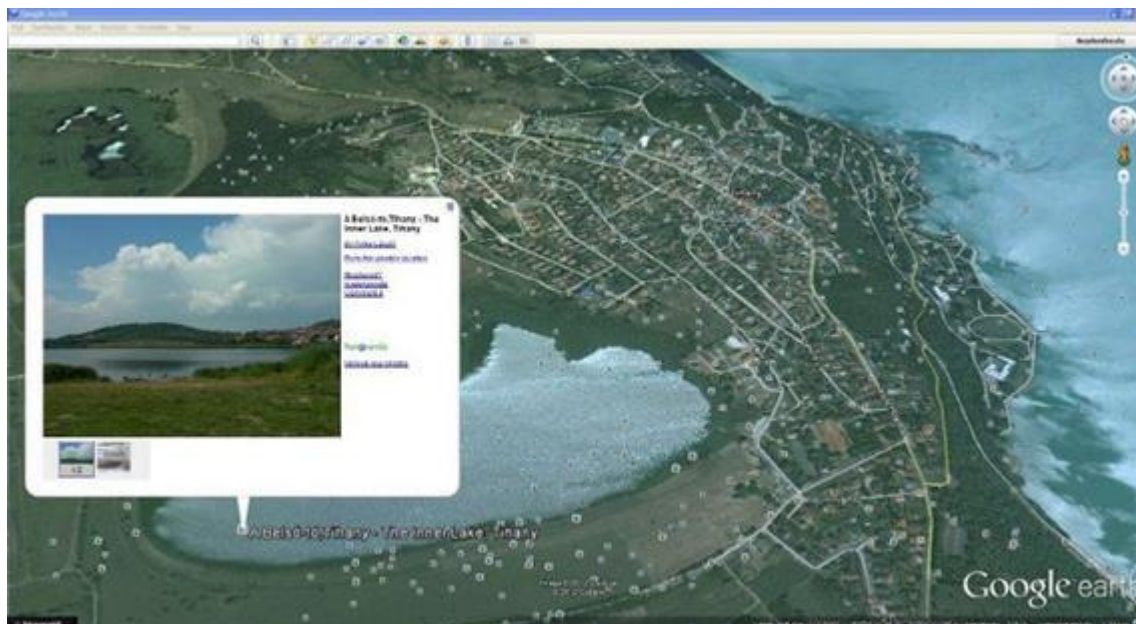
1.2. ábra - Térinformatikai alkalmazások általános folyamatábrája (Elek 2008 alapján) - ANIMÁCIÓ



Az animáció a linkre kattintva indul.

A környezeti folyamatok modellezése az 1990-es évektől, a térbeli adatokat feldolgozó térinformatikai rendszerek elterjedését követően robbanásszerű változáson ment keresztül. Az elmúlt évtizedekben számos innováció jelent meg, amelyek új lehetőségeket nyitottak meg a térbeli adatok terjesztése, elemzése és megjelenítése terén. Megjelentek az internetet és a vezeték nélküli kapcsolatokat támogató GIS-ek és nő az elhelyezkedésen, térbeliségen alapuló szolgáltatások száma, használata egyre hétköznapiabb. Keresők konkurenciaharca (Google, Microsoft, Yahoo) magával hozta a vektoros térképek megjelenítését. A képi adatok előtérbe kerülésekor megjelentek a nagyvárosokat lefedő ortofotók. A 10-15 cm-es ortofotók, 2 cm-es utcaképek révén exabájtokban mérhetőek az adatok (Leberl; Márkus 2010). Ki ne ismerné, használná manapság valamelyiket a 4D (a 4. D az időbeliség) alkalmazásokat használó különböző geoböngészők közül (GoogleEarth, WorldWind), melyek a „GIS-t mindenkinek” jelmondat legjellemzőbb elemei (1.3., 1.4. ábra). Az üzleti telefonkönyvek ma már szinte mindenütt „helytudas” webhelyek. A nagyobb felbontású GPS-ek és műholdas adatok mellett, megnövekedett az adat- és elemzési feldolgozási sebesség és teljesítmény a számítógépeknél. Jellemző az interoperabilitás, vagyis a különböző informatikai rendszerek együttműködésre való képessége. Az objektum orientált szoftverekhez kötődő elveket és fogalmakat egyre szélesebb körben fogadjuk el. Ezek közé tartoznak az egyéni szintű modellezési folyamatok és a 3D vizualizáció egyre részletesebb formái (Lovett; Appleton 2008).

1.3. ábra - Google Earth, mint ingyenes, térbeliségen alapuló szolgáltatás



1.4. ábra - A Nasa WorldWind alkalmazásai



A környezeti GIS foglalkozik a **környezeti információs rendszerek felépítésével, fejlesztésével és működtetésével** kapcsolatos tevékenységekkel, szakmai szolgáltatások összességével. A környezeti információs rendszert úgy és olyan területi sűrűséggel kell megszervezni és telepíteni, hogy annak alapján a környezet igénybevétele és a környezet állapotának változása a társadalmi, gazdasági összefüggésekkel, a lakosság egészségi állapotára gyakorolt hatások szempontjából is értékelhető formában, mennyiségileg és minőségileg meghatározható, és nemzetközileg összehasonlítható legyen (Tamás 2005). A környezeti információs rendszerekkel kapcsolatban kiemelhető a környezeti adatbázisok szerepe. A környezeti adatbázisokban lévő információk közül a geometriai információ alapvető (minden adatot illeszteni kell egy geometriai rendszerhez) és érvényessége időkorlát nélküli. A fizikaiak a szakmai információk (jelenségek, objektumok kémiai, fizikai összetétele), amelyek időkorlátosak, folyamatosan változnak. A tartalmi információk a környezeti összefüggések vizsgálatára szolgálnak (pl. indikátorok), amelyek jórészt szintén avulás nélküli adatokká válhatnak. Az ellenőrzött adatokkal történő feltöltés mellett kapcsolható legyen az alapadatokat szolgáltató rendszerekhez (pl. földnyilvántartás) és össze is tudja kapcsolni a különböző típusú adatbázisokat. Sokoldalú lekérdezést kell biztosítani térben és időben. A megosztás biztosítása elősegíti a fenntarthatóságot (1.5. ábra). Ezen rendszerek kidolgozottsága és elérhetősége - a készítőik céljaitól és szándékától függően - eltérő, de jelentős részükhöz az internet szabad elérését biztosít.

1.5. ábra - Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer kezdőlapja az elérhető adatokkal (forrás: OKIR)



Döntéshozatalban a környezetvédelmi kérdések ritkán egyértelműek. Ez részben a környezeti rendszerek sajátosságainak köszönhető; nevezetesen a dinamikus jellegnek, a kapcsolatok, kölcsönhatások fizikai, kémiai, biológiai folyamatok miatti összetettségének, és a működéssel kapcsolatos bizonytalanságoknak. Azt is egyre inkább felismerik, hogy a hosszabb távú fenntarthatóságot megcélzó környezeti menedzsmentnek gyakran figyelembe kell vennie a társadalmi-gazdasági kérdéseket, ideértve a mérési módszerek különböző lehetőségeit, amely megkönnyíti az érdekelt felek részvételét a döntéshozatali eljárásokban. Ez megerősíti a multi-, vagy interdiszciplináris perspektívák szükségességét (Lovett–Appleton 2008).

A GIS részvétele a döntéshozásban három fő elemre bontható: adatszerzés, eszközök és módszerek kidolgozása, részvétel szempontjai (a fejlődési körforgás szerint az elemek együttes használatukon javítják és összetettebbé teszik egymást). Magas színvonalú adatokra van szükség a nagy volumenű döntéshozatali folyamatokban és eljárásokban a különböző adatforrások integrálásához, funkciók javításához. Különösen igaz ez azokra az adatokra, amelyeket nehéz gyűjteni. A környezeti sajátosságok, folyamatok modellezését ezek az adatok

alapozzák meg. A hálózati technológia fejlődése a társadalom valamennyi rétegéhez eljuttathat információkat, a döntéshozatal szélesebb körű meghallgatással nyerhet. A GIS módszerek a döntéshozóktól, döntéshozatali hálózatoktól függenek (Lovett–Appleton 2008). A térképezés feladata eddig a térképészek, földrajzosok feladata volt, amit többnyire állami megbízásból, szabványok, szabályok szerint hajtottak végre. Az internet térhódításával már üzleti célból történik a térképezés, ami gyakran a Wikipédia elvén működik (online közösségek, „naiv” térképészek). Az adat lehet pontos vagy pontatlan, naprakész vagy elavult, a felhasználó dönt arról, hogy kellő pontosságú vagy teljes-e és természetesen a kockázatot is a felhasználó viseli, amennyiben az adat mégsem lenne megfelelő minőségű (Leberl; Márkus 2010).

2. 1.2. A környezeti informatika előtérbe kerülése

A környezetinformatika előtérbe kerülése több tényezőnek is köszönhető. Az 1970-es évektől vált jellemzővé a **tudatosabb környezeti erőforrás hasznosítás**, majd a '80-as évektől egyre gyakoribb a **térinformatika alkalmazása**. A naprakész, dinamikus, hálózatokra alapuló térbeli adatkezelés mellett megjelentek a vízre, légkörre vonatkozó digitális környezeti modellek. A környezeti alkalmazások régóta a GIS használat magját képezik. A legkorábbi alkalmazások elsősorban felmérésekhez, adatleltárakhoz kötődtek, de a '80-as évek közepétől nagyobb hangsúlyt kapott a statisztikai analízis és a modellezés. Ennek jelentős része más GIS szoftvereszközökhöz kapcsolódott, numerikus komplexitása egyre fokozódott és reprezentálja az időbeli változást (Lovett–Appleton 2008). A Közös Agrárpolitika az 1990-es években kombinálja a környezetvédelmet és a piaci politikát, amivel előmozdítja a környezetbarát hasznosítást. Az agrár környezetvédelmi program keretében nyújtott kifizetések arra ösztönzik a farmereket, hogy környezetvédelmi szempontból helyes termelési módszereket alkalmazzanak. Csökkentsék a szennyező anyagokat, organikus művelést vezessenek be, megfelelő állattállomány-sűrűséget tartsanak fenn. Ehez kataszteri, földhasználati, földminőségi, domborzati viszonyokra vonatkozó adatok kellenek, amelyeket nagy méretarányban, parcella szinten kell azonosítani. Így alakul ki a parcella alapú mezőgazdasági információs rendszer (IIER), amely a fenntartható vidékfejlesztési döntések alapját képezi. Magyarországi GIS alkalmazások az 1990-es évek elejétől jelentek meg, támogatva a térképi alapú (környezeti) információs rendszereket.

Egyezmények elfogadásával Magyarország kötelezettségeket vállal (pl. Kiotói Egyezmény, Natura 2000, Aarhusi Egyezmény), aminek a teljesítéséhez szükség van környezetvédelmi, környezeti GIS elemzésekre (1.6. ábra).

1.6. ábra - Ramsari területek Magyarországon

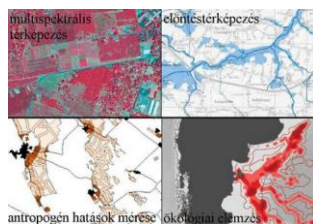
Ramsari területek - Egyezmény a nemzetközi jelentőségű vizes területekről	
Balaton	Kis-Balaton
Borsodi halastavak	Kiskövér
Buda-Karacsony	Kistó
Biharos	Mátrai
Bodrog	Ócsa
Csongrád-Babos	Pácz
Felső-Tisza	Pannónia
Fertő	Rákos
Gerecse	Sopron
Hortobágy	Tata Öreg-tó
Ipoly-völgy	Váner-Dunántúli
Kardos	

Egyre gyakrabban van szükség komplex, illetve **határterületi problémák** informatikai eszközökkel történő elemzésére. Határterület, mert egy hulladéklerakó tervezése műszaki és környezeti tényezők együttes figyelembevételét igényli. Határterület, mert a környezeti tényezők nem kötődnek a közigazgatási határokhoz, illetve egy pl. országhatáron átnyúló folyamat esetén különböző típusú és léptékű adatokat kell kezelünk.

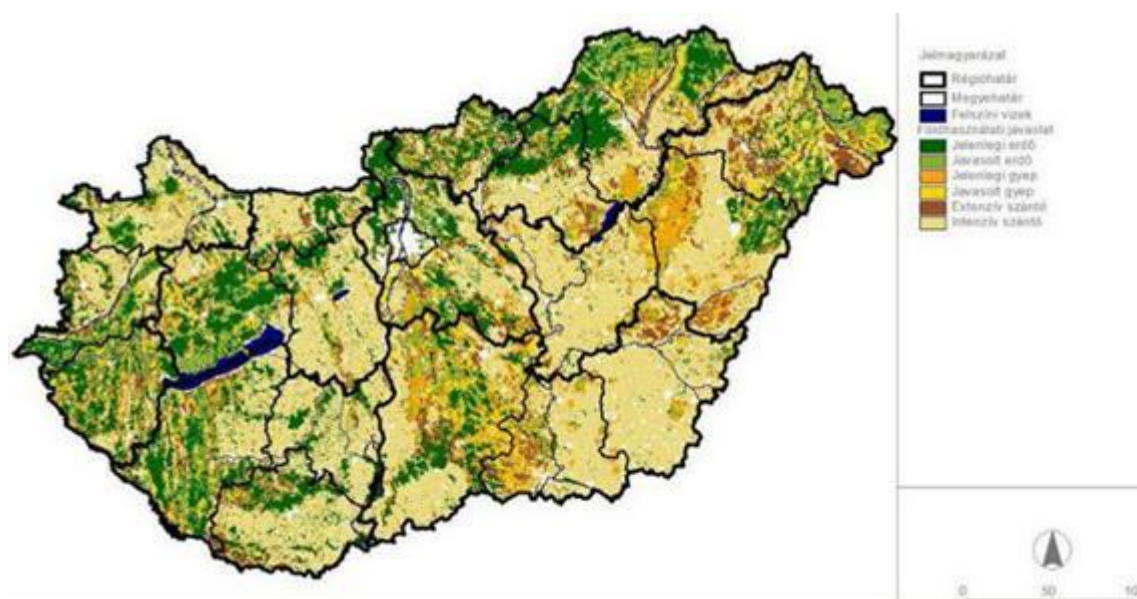
A technikai fejlődés mellett az 1990-es évektől jól láthatóan jelentős társadalmi következménye is van a GIS használatának, mivel a módszer szélesebb körű kommunikációt biztosít, kollektív tervezési lehetőségét ad. Ez javulást hozott a döntéshozatali folyamatokban, de még mindig vannak korlátok a hozzáférhetőség, az ismeretek digitális megjelenése területén. A GIS egészét tekintve a nagy kihívások közé tartozik még az adatelérhetőség javítása, a földrajzi jelenségek megjelenítése, a modellezési képességek kihasználása, a felhasználók jobb felvilágosítása (Lovett–Appleton 2008).

A szakterületen folyamatos a fejlődés, így a konkrét feladatok, megoldási módok is folyamatosan változnak. Új gazdasági-társadalmi ágazatok jelennek meg, amivel új igények is jelentkeznek. Az újabb igényeket az újabb technikai lehetőségek is serkentik. **Ma főként a humán terület fogalmaz meg egyre szélesebb körű feladatokat a térinformatika számára.** Jellemzőek a környezetvizsgálatokra, valamint a múlt megismerésére, a környezetrekonstrukcióra vonatkozó igények.

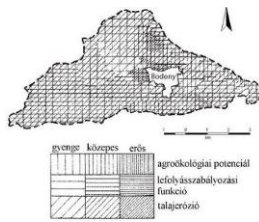
1.7. ábra - Környezeti GIS hírek az ESRI honlapjáról (forrás: ESRI News)



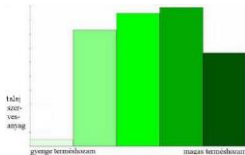
1.9. ábra - Földhasználati javaslat a Földhasználati zónarendszerben (Kohlheb et al. 2009)



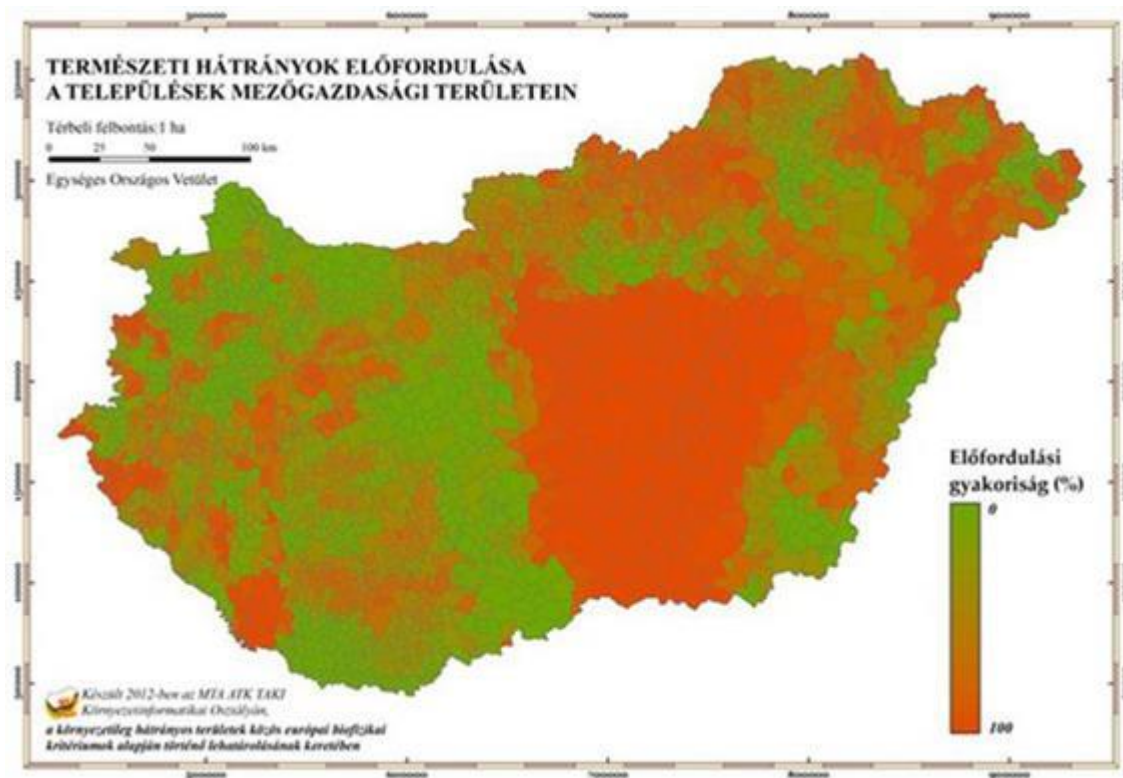
1.10. ábra - Tájökológiai térkép (Mezősi; Rakonczai 1997)



1.11. ábra - Táji kölcsönkapcsolatok elemzése



1.12. ábra - Természeti hátrányok előfordulása a települések mezőgazdasági területein (Szabó et al. 2011)



4. Tesztfeladatok

1. Melyik mondatról jut eszedbe a környezeti informatika?

- a, egyszeri adatgyűjtéssel létrehozott, megosztható, megfelelő részletességgel bíró információs szolgáltatás,
- b, kiválasztott tényezők, paraméterek (kulcsparaméterek) állapot-felvételezése és változásainak az értékelése
- c, környezeti információs rendszerek felépítése, működtetése, fejlesztése,

2. A térinformatika a környezetvédelmi döntéstámogató rendszer egyik legfontosabb eleme, mert a térbeliséggel bíró adatok elemzésére a földrajzi információs rendszerek kínálják a legalkalmasabb módszertant.

- a, a mondat első fele igaz
- b, a teljes mondat igaz
- c, a teljes mondat hamis

3. Mely tényező(k) volt(ak) meghatározó(k) a környezeti térinformatika fejlődésében?

- a, hazánk csatlakozása a nemzetközi környezetvédelmi egyezményekhez,
- b, az első földrajzi információs rendszerek létrehozása,
- c, az országhatárokon átnyúló légszennyezések kezelése,

4. A térinformatikai alkalmazásokkal kapcsolatban melyik négy fő folyamat emelhető ki?

- a, adatgyűjtés, adatkezelés, adatok elemzése, információ kimenet,
- b, adat-felvétel, adatbázis kialakítása, adatok alkalmazása, adatok továbbítása,
- c, adatbázis fejlesztése, adatkezelés, adatok elemzése, információs rendszer működtetése,

5. Mely mondat jellemzi a GIS részvétel szükségességét a döntéshozásban?

- a, A természeti erőforrás adatbázisok az információs rendszerek alapjai.
- b, Környezeti rendszerek a fizikai, kémiai, biológiai folyamatok miatt összetettek és működésük bizonytalan.
- c, A GIS biztosítja a környezeti fenntarthatósághoz szükséges megosztást.

6. Milyen eredménytérkép képzelhető el ezzel a mondattal kapcsolatban: „A sok különböző típusú és tematikájú adatok, tematikus egységek összevetésével új összefüggéseket kaphatunk”?

- a, nagy felbontású területhasználati térkép létrehozása,
- b, optimális területhasználat tervezése,
- c, területhasználat változás megadása,

7. Melyik mondat igaz?

- a, Az ezredfordulótól vált jellemzővé a tudatosabb környezeti erőforrás hasznosítás.
- b, A térinformatikai alkalmazások ma a hadiipari fejlesztésekről szólnak.
- c, A környezeti térinformatikában különös hangsúllyal szerepel az időbeliség, a változásvizsgálat.

8. Hogyan képzelhető el a táji kölcsönkapcsolatok meghatározása?

- a, csapadékösszeg értékek különbsége,
- b, talaj szervesanyag-tartalmának és a terméshozamnak az összevetése,
- c, beépítettség és a természetközeli környezet lehatárolása

A megoldások a következő oldalon az Irodalomjegyzék végén találhatók .

5. Irodalomjegyzék

Domokos 2009. (szerk.) Környezetinformatika II. Környezetmérnöki Tudástár 23. TÁMOP 4.1.2. Pályázat könyvei Pannon Egyetem, p.184.

Elek, I. 2008. Bevezetés a geoinformatikába. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest. p.365.

Gyulai I. 2011. Környezetinformatika. Digitális Tankönyvtár. TAMOP 4.2.5. pályázat könyvei.

Kohlheb, N.; Podmaniczky, L.; Skutai, J. 2009. Magyarország felszínborítottságának lehetőségei az éghajlatvédelemben. Ökológiai Intézet a Fenntartható Fejlődésért Alapítvány, p.75.

Ladányi, Zs.; Rakonczai, J.; Deák József Á. 2012. A belvízelvezető csatornák és a klímaváltozás hatása egy dél-magyarországi szikes élőhelyre. Kockázat-Konfliktus-Kihívás, VI. Magyar Földrajzi Konferencia, Szeged, SZTE TFGT p.14.

Leberl, F.; Márkus, B. 2010. Épületek háromdimenziós modellezése az interneten. Geodézia és Kartográfia 2010/2. pp.10-17.

Lovett, A.; Appleton, K. (eds.) 2008. GIS for environmental decision-making. CRC press. p.258.

Mezősi, G.; Rakonczai, J. (szerk.) 1997. Geoökológiai térképezés elmélete és gyakorlata. JATE Természeti Földrajzi Tanszék, Szeged p.193.

Tamás, J. 2005. Környezetinformatika az agrár-környezetvédelemben. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. p.166.

Szabó, J.; Pásztor, L.; Bakacsi, Zs.; Tar, F.; Szalai, S.; Mikus, G.; Németh, Á. 2011. Természeti hátrányokkal érintett területek lehatárolása közös európai biofizikai kritériumrendszer alapján. Talajvédelem (különszám), pp. 85-92.

Internet hivatkozások (utolsó letöltések: 2014.03.24.)

http://images.flatworldknowledge.com/campbell/campbell-fig07_004.jpg

<http://okir.kvvm.hu>

<http://worldwind.arc.nasa.gov/java/>

http://www.esri.com/Industries/environment/community/environmental_observer

<http://www.google.com/earth/index.html>

Tesztfeladat - megoldások: 1: a, b; 2: b; 3: a, c; 4: a; 5: b; 6: b; 7: c; 8: b.

2. fejezet - Adatnyerési módszerek (Nagyvárad L.)

Ebben a fejezetben a közvetett, elsődleges adatgyűjtési módszerrel a távérzékeléssel ismerkedhetünk meg, amely a pontossága, objektivitása, időbelisége révén napjainkban kihagyhatatlan a környezeti vizsgálatokban.

alapfogalmak: távérzékelés, multispektrális, raszter

kulcsfogalmak: távérzékelési típusok, távérzékelési eljárások

1. 2.1. A távérzékelés fogalma és jellemzése

A távérzékelés egyidős az emberiséggel mondhatnánk a kifejezés szó szerinti értelmezése szerint, hiszen az emberi szem, mint megfigyelő „eszköz” tökéletesen alkalmas a láthatófény tartományában történő érzékelésre. Természetesen a távérzékelés fogalma a technika fejlődésével került a tudomány szótárába, jelentését tekintve messze felülmúlva az emberi szem képességét. A környezeti informatika tárgykörébe tartozó adatfelvételzési módok közül a képi adatgyűjtés az egyik legfontosabb (Szabó et al. 2007).

A távérzékelés az a tudományág, amely a tárgyakra vagy a jelenségekre jellemző információk beszerzésével és megmérésével foglalkozik olyan rögzítő berendezések segítségével, amelyek nincsenek közvetlen (fizikai) kapcsolatban a vizsgált tárggyal vagy jelenséggel (Mucsi 2004).

Felülről tekintve a tájra új értelmezést, magyarázatot kaphatnak a különböző folyamatok és jelenségek. Hasonlóan ahhoz, ahogy a szőnyeg mintáit másként látja a rajta sétáló macska, és másként az ember, aki magáról tekint le rá. A terepi geológus másként látja a feltárást, mint a nagy területet egyszerre bemutató légifelvétel.

A távérzékelés megszületéséhez az „embernek meg kellett tanulnia repülni”. A távérzékelés, mint információnyerési módszer, nem új, hiszen a hagyományos fényképezés is alkalmazható tudományos feladatok megoldására; a légifényképezés pedig több mint száz éves múltra tekint vissza. Az első repülések természetesen nem távérzékelési céllal történtek, de napjainkra kiemelkedő jelentőséget kapott a Földünk, vagy más égitestek vizsgálatának ezen új módszere.

A krónikák feljegyzése szerint a „Napkirály” (XIV. Lajos) udvarában emelkedett fel az első hőlégballon, amely lehetővé tette Versailles csodálatos építményeinek magashól történő megfigyelését. Az első légi fényképfelvételt is léggömből készítették 1839-ben Franciaországban (2.1. ábra). Az első világháborúban már rendszeresen készítettek légifelvételeket harci cselekmények megfigyelése céljából. Az így kifejlesztett eljárást a későbbiekben egyre tökéletesebb formában különböző polgári (de elsősorban térképezési) célokra is felhasználták. Az űrkorszak kezdete (1957 az első műhold felbocsátása, 1961 Jurij Gagarin repülése) óta rohamos fejlődést mutat ez az adatgyűjtési technika.

2.1. ábra - A Montgolfier fivérek hőlégballonja Versailles fölött



Alig telt el tíz év és 1972-től az első erőforrás kutatási műhold, az ERTS-1 (Earth Resources Technology Satellite) üzemszerűen továbbított képeket a Föld felszínéről. Azóta számtalan műhold pásztázza bolygónk felszínét. A műholdak egy része folyamatosan, másik része a Földről irányítottan (programozás szerint) különböző geometriai felbontásban, különböző spektrális sávokban készíti felvételeit.

A távérzékelési eljárások sokfélék: lehetőséget adnak a globális felvételezésektől kezdve egészen a kis életközösségek vizsgálatáig, vagy akár más égitestek kutatásáig az alkalmazások igen széles körére. A légifényképezéstől kezdve a műholdas megfigyelőrendszereken át a bolygóközi űrszondákig igen széles eszköztár áll rendelkezésre, s a technikai fejlődés állandó jelleggel növeli az információnyerés hatékonyságát.

Az 1960-as évek első műholdjaitól eljutottunk odáig, hogy a távérzékelés napjainkban már nem csak kevesek kiváltsága, nem csak katonai célokra alkalmazható: piacra kerültek ezek a módszerek. A távérzékelés már senki számára sem elérhetetlen, csak a rendelkezésre álló összeg szab határt. E módszerek sok, jóval költségesebb módszert egyszerűen, olcsóbban helyettesíthetnek, és minőségi javulást hozhatnak az információszerzésben. Nem véletlen tehát, hogy világszerte és Magyarországon is egyre több esetben alkalmazzák e körbe tartozó módszereket, de sok egyéb feladat megoldásakor is érdemes lenne elgondolkodni azon: nem lenne-e hatékonyabb távérzékeléssel történő adatnyerést használni.

A ma használatos pontos adatokat tehát a XX. század és a repülés, illetve űrkutatás hozta. Először a felszíni mérések, és a geodéziai terepmunka jelentette a térképezés alapját, míg később a repülés és fényképezés elterjedésével a fotogrammetria került előtérbe. Az űrkutatásban alkalmazott geodéziai és geofizikai műholdakkal kezdődött annak a rendszernek a kiépítése, mely ma már mindenki számára elérhető módon biztosítja a tájékozódást és a helymeghatározást. Napjainkban GPS (Global Position System) műholdak segítségével történő helymeghatározás a leggyorsabb és legpontosabb.

A témakör oktatása során a korábban tanult ismeretekre történő építkezés mellet javasolt a szemléltetés fokozott alkalmazása, filmek vetítése stb.

1.1. 2.1.1. A távérzékelési eljárások legfőbb jellemzői

A távérzékelési eljárások egyik legfőbb jellemzője, hogy a megfigyelt tárgyat nem befolyásolják, nem ronszolják, annak állapotát nem változtatják meg.

A távérzékeléshez alkalmazott eszközök lehetővé teszik, hogy az elektromágneses spektrum látható tartományán kívüli hullámhosszokon is végezzük a környezet megfigyelését, így a láthatatlan láthatóvá válik.

A távérzékelési eljárások alkalmazásával mérhető, fizikai adatokhoz jutunk, s ebből fakad e módszerek objektivitása. A megfigyelés során kvantitatív és kvalitatív adatokat is gyűjthetünk.

A távérzékelés olyan mérési adatokkal szolgál, amelyek szervesen kapcsolódnak a térbeli információkkal; segítségével térben, több dimenzióban felépített adatbázist nyerünk. A távérzékelési eszközök, módszerek és eljárások nagy választéka lehetővé teszi, hogy mindig az adott kutatás, kérdésfelvetés témájához válasszuk ki a megfelelő észlelési módot és adatfeldolgozási eljárást.

Az összegyűjtött adatok bármikor reprodukálhatók, kiterjesztve így az alkalmazások körét. A tárolt adatok összehasonlíthatók, együtt elemezhetők más időpontú vagy lokalizációjú felvételekkel, lehetővé téve ez által az összehasonlító elemzést, a változásvizsgálatokat, a folyamatok nyomon követését.

A távérzékelési technikák lehetővé teszik nagy kiterjedésű területekről rendkívül rövid idő alatt sok adat gyűjtését. Ezek az adatok a térbeli összefüggésekkel együtt kezelhetők, ami elősegíti a tematikus információk kinyerését. Ezen túlmenően, ez a jellemző biztosítja a magas fokú aktualitást a hagyományos térképezési/felmérési eljárásokhoz képest.

A távérzékelési eljárásokkal más módszerekkel elérhetetlen, megfigyelhetetlen területek is megfigyelhetők, legalább olyan szinten, amely megalapozza a tudásbázis későbbi kibővítését.

Az emberi tudás növekedésével, a módszerek javulásával az elemzések megismételhetők, így a rögzített felvételek mindig értékes új információk forrásai lehetnek, például a változásvizsgálatokban.

Mindezen szempontok figyelembevételével elmondható, hogy a távérzékelés olyan adatokat szolgáltat, amelyek a múltban nem voltak elérhetők, s így a környezet megfigyelésében új távlatok nyílnak általa.

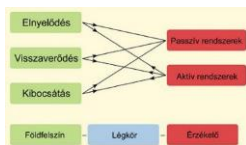
Ezek bemutatása a szöveges meghatározások, definíciók, magyarázatok mellett, a könnyebb megértés érdekében sok kislexikont, szójegyzéket kell tartalmazzon.

A bolognai rendszer alapozó moduljai tartalmazzák a természettudományos tantárgyakat, a matematikát, fizikát, melyre építve történhet a távérzékelés hatékony oktatása. A következő alfejezet a hallgató természettudományos alapismereteire támaszkodva építi a távérzékelés fogalomrendszerét a tudományos adatgyűjtés legfontosabb ismérveit.

1.2. 2.1.2. Az optikai távérzékelés fizikai alapjai

A távérzékelés során természetes és mesterséges elemek kapcsolódnak egymáshoz fizikai folyamatok, törvényszerűségek segítségével. A távérzékelésben szerepet kapó elemek az alábbi ábrán látottak szerint történik (2.2. ábra)

2.2. ábra - A távérzékelés elemei és kapcsolatuk



Egy tárgyra beeső sugárzás (r) része visszaverődik (reflection), a (a) része elnyelődik (absorption), (t) része pedig áthalad a tárgyon (pass-through). Ezen mennyiségek egymáshoz viszonyított aránya függ a hullámhossztól (λ). Mindezek alapján felírhatjuk a következő egyenletet:

2.1. egyenlet - Visszaverődés-elnyelődés-áthaladás

$$r(\lambda) + a(\lambda) + t(\lambda) = 1$$

azaz adott hullámhosszon az említett részek összege egyenlő a teljes beeső sugárzás mennyiségével.

Az r , a és t mennyiségek értéke mindig az adott tereptárgy fizikai jellemzőitől és kémiai összetételétől függ, s közülük a $r(\lambda)$ mérhető. A távérzékelési eszközök által mért érték alapján tehát következtethetünk a megfigyelt tárgy kémiai és fizikai jellemzőire.

Az optikai tartományban ez a $r(\lambda)$ mennyiség a tárgy által bizonyos irányban, bizonyos besugárzási körülmények között visszavert sugárzás mennyiségét jelenti, egy ideális, fehér, szórt fényt visszaverő (ún. Lambert-) felület pontosan ugyanilyen körülmények között mért radianciájához képest.

Ezt a mennyiséget általában százalékban fejezhetjük ki (reflektancia-százalék). A távérzékelésben használatos passzív szenzorok azonban csak a tárgy által visszavert sugárzási energiát mérik, lévén a besugárzás pontos mértéke ismeretlen. Ennek következtében a $r(\lambda)$ mennyiséget nem lehet közvetlenül meghatározni. Hogy ezt megtehessek, ismert $r(\lambda)$ értékekkel rendelkező ún. referencia-tárgyakat kell alkalmaznunk.

1.3. 2.1.3. A távérzékelés típusai

A távérzékelés több szempont szerint csoportosítható. Lehet a szenzorok, vagyis az érzékelők alapján, a hordozóeszköz, vagy azok magassága, illetve pályája szerint (2.3. ábra - animációk és videók). Fontos tényező a sugárzás jellege, hullámhossza szerinti klasszifikálás. A testeknek, földfelszíni tárgyaknak elemeknek kémiai összetételükre, színükre, halmazállapotukra jellemző visszaverődési görbéje van. A távérzékelés ezeket az egyedi sajátosságokat kihasználva képes vizsgálni a felszínt, a légkört stb. A Napból érkező sugárzási energia kölcsönhatásban van a földfelszínnel, így a beérkező sugárzás hatására szóródás, elnyelődés mellett a visszaverődés nyújtja a legfontosabb információt.

2.3. ábra - Különböző pályákon keringő érzékelők - 2 DB ANIMÁCIÓ + 2 DB VIDEÓ



A videó a linkre kattintva indítható. - Közel-poláris, napszinkron pályán keringő műhold mozgása a Föld körül

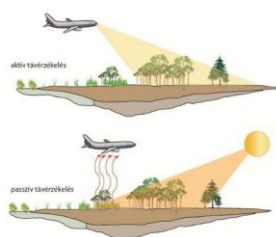
Az animáció a linkre kattintva indítható. - Ilyen lehet a Föld látványa egy közel-poláris, napszinkron pályán keringő műhold fedélzetéről

A videó a linkre kattintva indítható. - A geostacionárius pályán keringő műhold (pl. METEOSAT) keringési ideje megegyezik a Föld tengelyforgási idejével

Az animáció a linkre kattintva indítható. - Ilyen lehet a Föld látványa egy geostacionárius pályán keringő műhold fedélzetéről

A Napból érkező sugárzás tehát a felszínről visszaverődve éri el a szenzort, ezt a folyamatot passzív távérzékelésnek nevezzük. A folyamat során ugyanis a távérzékelő berendezés passzív módon „csak” rögzíti a beérkező adatokat (2.4. ábra). Szemben az aktív távérzékeléssel, amikor a berendezés maga bocsát ki sugárzást, aktív részese a folyamatnak, mivel az általa kibocsátott ismert hullámhosszúságú sugárzás felszínről történő visszaverődését vizsgálja. Mindkét esetben a sugárzás áthalad a légkörön, sőt a termális sugárzást kivéve kétszer halad át a teljes légkörön a sugárzás, míg eléri a szenzort. A már említett szóródás és elnyelődés fontos módosító tényezői távérzékelés során kapott adatoknak, eredményeknek. A légkör hatása jelentős és ez nagyban függ az áthaladó sugárzás légkörben megtett út hosszától.

2.4. ábra - A távérzékelés típusai



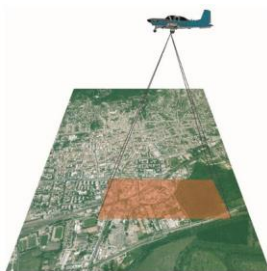
Ismert tény, hogy a látható fény csak egy elenyésző része az elektromágneses tartománynak. Szemünkkel csak egy nagyon kis „ablakon” keresztül látjuk a világot. A távérzékelés kiszélesítette ezt a tartományt, mert az érzékelők képesek a látható fénynél hosszabb, illetve rövidebb hullámhosszon érkező sugárzást érzékelni. A felszín fizikai tulajdonságainak, állapotának megfelelően veri vissza a sugárzást. Ezek a jellemzők általánosíthatók, így hasonló sugárzási görbék esetén hasonló felszínre következtethetünk, anélkül, hogy fáradságos, időigényes, sőt olykor lehetetlen terepi munkával gyűjtenénk össze az adatokat. Például a talaj és víz eltérő fizikai jellegéből adódóan eltérő hőkibocsátással rendelkeznek, amely a távérzékelés során fontos azonosítási jellemző. Az értékekből nem csak azonosítani lehet egy felszínt, hanem következtethetünk annak állapotára (szennyezettségére, kémiai összetételére) is. A hőkibocsátás mellett a légköri szóródás, felszíni elnyelődés nagyban befolyásolja, hogy mely spektrális sávokat alkalmazhatjuk a távérzékelés során. Azokat a tartományokat, ahol a légkör teljesen, vagy legalább részben átengedi az elektromágneses sugárzást atmoszférikus ablakoknak nevezzük (2.5. ábra).

2.5. ábra - Atmoszférikus ablakok

Atmoszférikus ablakok	Hullámhossz tartomány (µm)
1	0,3-1,3
2	1,5-1,8
3	2,0-2,6
4	3,0-3,6
5	4,2-5,0
6	7,0-15,0

Az elektromágneses sugárzást mérő műszereket szenzoroknak (érzékelőknek) nevezzük. Két fő típusukat különböztetjük meg: az aktív és a passzív érzékelőket (2.6. ábra).

2.6. ábra - A légifelvétel készítésének elve



A passzív szenzorok nem rendelkeznek saját sugárforrással. Természetes eredetű elektromágneses sugárzásokat mérnek, amelyek forrása általában a visszavert napfény vagy a tárgy által spontán kibocsátott sugárzás. Klasszikus példájuk a fényképezőgép, amely egy filmre felvitt fényérzékeny rétegre rögzíti a tárgyról érkező

sugárzás intenzitásának térbeli eloszlását. További példák: a multispektrális szkennerek, a termális szkennerek vagy a mikrohullámú radiométerek. A passzív érzékelés hátránya, hogy csak nappal és tiszta időben végezhető, mivel a felhőzet csökkenti az érzékelés hatékonyságát. Ennek legjobb példája a légifényképezés.

Passzív érzékelés esetén az alábbi hullámhossz tartományban mérünk visszaverődést:

- 0,3-0,4 μm ultraibolya,
- 0,4-0,7 μm látható fény,
- 0,7-2,5 μm visszaverődő infravörös.

A tárgyak által kibocsátott hősugárzást az alábbi tartományokban mérünk:

- 3-5 μm hőinfravörös,
- 8-14 μm hőinfravörös,
- 1-30 GHz passzív mikrohullám.

Előnye a passzív visszavert sugárzás érzékelésével szemben, hogy a megfigyelés bármilyen napszakban végezhető. Azonban míg a hőinfravörös mérés csak felhőmentes időszakban alkalmazható, a passzív mikrohullámnál a felhőborítás nem számít., szemben a hőinfravörössel.

Az aktív szenzorok saját sugárforrással rendelkeznek. A szenzor a tárgyra kibocsátott sugárzás visszavert részét érzékeli. Ide tartoznak például a RADAR-ok (Radio Direction And Ranging: rádióhullám-észlelés és távolság-meghatározás) vagy a LIDAR-ok (Light Direction And Ranging: fény észlelése és távolságának meghatározása).

A különböző RADAR rendszereknél a szenzor a visszaverődött mikrohullámokat fogja fel az alábbi hullámtartományokban:

- X-BAND RADAR 9,4 GHz (3,2 cm),
- C-BAND RADAR 5,3 GHz (5,7 cm),
- L-BAND RADAR 1,3 GHz (23 cm),
- P-BAND RADAR 0,44 GHz (68 cm).

A megfigyelés napszak-független és nem befolyásolja a felhőzet.

LIDAR rendszereknél a szenzor által kibocsátott visszavert fényt érzékeli a detektor a következő hullámhosszokban:

- 0,25-0,35 μm ultraibolya,
- 0,4-11 μm látható fény és infravörös.

A megfigyelés bármilyen napszakban lehetséges, és a légköri inhomogenitás befolyásolja a detektálást.

Az eszközöket az észlelés távolsága, illetve a hordozóeszköz alapján is megkülönböztethetjük (2.7. ábra).

2.7. ábra - Hordozóeszközök



A leggyakoribb típusok:

- földi megfigyelés
- könnyűszerkezetes és normál repülőgépekre telepített megfigyelőműszerek.
- hőlégballonok
- műholdak.

A szenzorok mérési adataiból előfeldolgozás során előállított kép által tartalmazott információk a következőképpen oszthatók:

- geometriai (térbeli) információk: a tárgyak helye, elhelyezkedése, alakja, felülete stb. Fontos mérőszáma a pixelméret, azaz a kép egy pontjának a földfelszínen mérhető, valós térbeli kiterjedése (2.8. ábra - animáció).

2.8. ábra - Különböző térbeli felbontású felvételek szimulációja (gyakran használt pixelméretekkkel) - ANIMÁCIÓ



Az animáció a linkre kattintva indítható. - Különböző térbeli felbontású felvételek szimulációja (gyakran használt pixelméretekkkel)

Spektrális információk: a tárgyról érkező sugárzás mértéke. A mérés szenzortól függően egy vagy több hullámhossztartományban (spektrális- vagy színekész) történik; az egysávos felvételt monospektrálisnak, a többsávos felvételt (a sávok számától függően) multispektrálisnak, illetve hiperspektrálisnak nevezzük. A műholdas távérzékelés a spektrális információgyűjtés minden típusát alkalmazza.

2. 2.2. Térképezés és fotogrammetria

A távérzékelés során adatok kaphatók az objektumok terepi helyzetéről, a megfigyelés gyakoriságáról az észlelés radiometriai tulajdonságairól. A távérzékelés adatait elsősorban a meteorológia, az erőforrás-kutatás, környezetvédelem és a térképészet hasznosítja. A térképészeti célú felvételek fedéssel készülnek, és felbontásuk is nagyobb, mint a meteorológiai vagy erőforrás kutató műholdak fényképei. A világról készült felvételek nagy mennyiségű információt képesek rögzíteni rövid idő alatt, így alkalmasak globális és regionális térinformatikai rendszerek adatbázisának létrehozására. Különösen jelentősek az időben változó jelenségek megfigyelését szolgáló térinformatikai rendszerek kialakításában.

2.1. 2.2.1. Térképezés légi és űrfelvételekkel

A légi és űrfelvételek a terep pontszerű felvételezésével szemben felületi felvételt nyújtanak, ezért segítségükkel a térképkészítés és térképhelyesbítés gyorsabban, bizonyos részeiben pontosabban és hosszabb időszakot tekintve olcsóbban végezhető, mint a hagyományos terepfelméréssel. Magyarországon a topográfiai térképezés (felmérés, helyesbítés, felújítás) szinte kizárólagosan légi fényképek metrikus értékelésével (fotogrammetriai kiértékeléssel) történik. A tematikus térképezéshez is egyre gyakrabban használnak nem hagyományos fotográfiai úton készült légi- és űrfelvételeket.

Az űrkutatás lehetővé tette a természeti és az épített környezet nagy léptékű és folyamatos megfigyelését változásainak rögzítését és térképi interpretálását. A világűrűből készülő felvételek napjaink egyik legfontosabb információi, melyet a földtani kutatások, mezőgazdaság, környezet- és természetvédelem, vízgazdálkodás és természetesen a térképészet is alkalmaz. A korábban alkalmazott térképészeti (felmérési, geodéziai) módszerekhez képest kétszer gyorsabb és 60 százalékkal olcsóbb lett a térképkészítés. Napjainkra igen részletes térképek készültek Ázsia, Afrika, Latin-Amerika korábban csak kis méretarányban feltérképezett területeiről is.

Az öt kontinens felszínének csak mintegy feléről létezik 1:50 000, és negyedéről 1:25 000 méretarányú topográfiai térkép. A fejlődő országokban a térképek hiánya, a fejlett országokban a lassú felújítási ütem jelent problémát. Európában az 1:25 000 és 1:50 000 méretarányú térképeknek csak mintegy 6-8 %-át újítják fel évente.

A nagyfelbontású űrfelvételek fontos adatokat nyújtanak a topográfiai térképezés számára, mind a térképkészítés, mind a térképfelújítás terén, bár a hagyományos eljárásokat nem pótolhatják teljesen. Az űrfelvételeken a topográfiai térkép számos, de nem minden eleme azonosítható és határozható le. A sztereó képpárokból a domborzat automatizált eljárással határozható meg. A felvétel felbontása és az elérhető méretarány szoros kapcsolatban vannak egymással.

A képzés során a térképezés és fotogrammetria munkafolyamatával történő megismerkedés terepgyakorlaton, ill. üzemlátogatáson történik, ahol a cégek gépeinek, berendezéseinek megtekintésével és szóbeli közléssel történik a leghatékonyabb oktatás. A vállalatok adatbázisában található sztereoképpárok és azok feldolgozásának folyamata jó példával szolgál az alkalmazási területek megismerésére is.

Egy térkép felújítása általában kisebb felbontású felvételt követel meg, mint egy ugyanakkora méretarányú új térkép elkészítése (2.9. ábra). Az űrfelvételek haszna az, hogy a hagyományos eljárásához képest lényegesen gyorsabban és kisebb költséggel készíthető el a térkép, bár esetenként a pontosság nem éri el a hagyományos eljárással készítettét. A SPOT műhold pankromatikus felvételeiből rutinszerűen elérhető a 10 méteres síkbeli pontosság. A hasonló magassági pontosság biztosítása azonban attól függ, hogy sikerül-e nem túl nagy időbeli különbséggel megfelelő sztereó felvételpárt is készíteni. Az egyidejűség miatt nagy a jelentőségük az azonos pályáról sztereóképet készítő szenzoroknak (JERS, MOMS). Az űrfotótérkép vagy űrorthofotó, amely nagy pontossággal – a topográfiai torzítást is figyelembe véve – korrigált űrfelvétel, számos különböző célú tematikus térkép alapja.

2.9. ábra - Az űrtérképészet néhány adata

Felvételi pixelméret (m)	Méretarány		Tipikus szenzor
	térképezési	felújítási	
80	1:25 000	1:100 000	LANDSAT MSS, IRS LISS-I
30	1:100 000	1:50 000	LANDSAT TM, IRS LISS-II, IKV-6, LFC
10	1:25 000-1:50 000	1:25 000	SPOT PAN, MOMS, KFA-1000
2	1:10 000	1:10 000	KVR-1000

Képfeldolgozási módszerekkel egyesíthetők az egysávos, nagyobb felbontású és a többsávos, kisebb felbontású felvételek. Például a SPOT pankromatikus és a LANDSAT TM felvételből a SPOT felbontásának megfelelő színes kép állítható elő. Az űrfotótérképeket alkalmazó főbb szakterületek: a geológia, az erdészet, a regionális tervezés, a földhasznosítás, a mezőgazdasági tervezés, és a környezetgazdálkodás.

A radarfelvételeknek óriási jelentőségük van a gyakran felhővel borított egyenlítői területek térképezése szempontjából. A mintegy 90 000 km² területű, nagyrészt trópusi őserdővel fedett Francia Guyana teljes területéről néhány hónap alatt ERS-I SAR felvételeket készítettek. A 18 képből űrfotómozaikot állítottak össze, amelynek fő felhasználási területe a nyersanyagkutatás. Új módszer a SAR interferometria, mellyel két, eltérő időpontú ERS-I SAR felvételből 10 m-nél jobb magassági pontosságú DTM (domborzati terepmodell) kapható.

A műhold felvételek elemzéséhez szükséges gyakorlati tudni valók elemei:

- felbontás,
- készítés időpontja,
- frekvencia tartomány,
- műhold pályadatai,
- jelkulcs,

- több felvétel összehasonlító elemzése,
- idősoros felvételek összehasonlító elemzése,
- terepismeret,
- színek kódok ismerete,
- alapvetület ismerete,
- torzítás,
- adatok hitelessége,
- képfeldolgozó cég ismerete,
- bekerülés költség.

3. Tesztfeladatok

A tesztfeladat megoldások az utolsó feladat után megtalálhatók.

1. Mikor repült az első ember J. Gagarin a világűrben?

- A, 1957
- B, 1961
- C, 1969

2. Milyen adatok gyűjtésére alkalmas a távérzékelés?

- A, kvalitatív
- B, kvantitatív
- C, mindkettő
- D, egyik sem

3. Mit jelent az abszorpció kifejezés?

- A, visszaverődés
- B, elnyelődés
- C, szóródás

4. Melyek az elektromágneses sugárzás legfontosabb fizikai jellemzői?

- A, rezgő mozgás mely energiát szállít
- B, rezgő mozgás, mely tömeget szállít
- C, rezgő mozgás, mely energiát és tömeget egyaránt szállít

5. Mi az atmoszférikus ablak?

- A, a légkör átlátszósága
- B, hullámhossz tartomány ahol a légkör átengedi az elektromágneses sugarakat
- C, a rádióhullámok légkörön való áthaladását elősegítő ionoszféra

6. Felhővel borított időszakban, mely távérzékelési eljárás alkalmazható sikerrel?

- A, aktív
- B, passzív
- C, mindkettő
- D, egyik sem

7. Az észlelési távolság és a hordozó platformok alapján milyen távérzékelési módszereket ismerünk?

- A, közeli, távoli és infra
- B, aktív és passzív
- C, földi légi és űr

8. Mit határoz meg a távérzékelési felvételeken a pixel méret?

- A, térbeli felbontást
- B, méretarányt
- C, mindkettőt
- D, egyiket sem

9. A hullámhossztartományok száma szerint mi a helyes növekvő sorrend?

- A, monospektrális, multispektrális, hiperspektrális
- B, monospektrális, hiperspektrális, multispektrális
- C, multispektrális, monospektrális, hiperspektrális
- D, multispektrális, hiperspektrális, monospektrális
- E, hiperspektrális, monospektrális, multispektrális F, hiperspektrális, multispektrális, monospektrális

10. Mi az albedó?

- A, a levegő hőkibocsátási görbéje
- B, a felszín fényvisszaverő képessége százalékban kifejezve
- C, vegetációs index (mérőszám)

A Tesztfeladatok megoldása a következő oldalon az Irodalomjegyzék végén található.

4. Irodalomjegyzék

Mucsi L. 2004. Műholdas távérzékelés. 2004. Libellus Kiadó, Szeged. p.250

Szabó, J.; Milics, G.; Tamás, J.; Pásztor, L. 2007. Térinformatika a precíziós mezőgazdaságban. In: Németh T., Neményi M., Harnos Zs. (szerk.) A precíziós mezőgazdaság módszertana, JATE Press-MTA TAKI, Szeged, pp.39-62.

Tesztfeladatok megoldása: 1:b; 2:c; 3:b; 4:a; 5:b; 6:a; 7:c; 8:c; 9:a; 10:b.

3. fejezet - Természeti erőforrás adatbázisok I. (topográfia, domborzat) (Lóki J.)

A környezeti, táji vizsgálatok legfontosabb része az adatgyűjtés, amire az elsődleges módszereken kívül a másodlagos adatgyűjtés ad lehetőséget. A korábban is rendelkezésre álló adatoknak, illetve ezek aktualizált verzióinak elérhetősége a digitalizálási technológiáknak köszönhetően sokat javult az elmúlt években.

alapfogalmak: topográfiai adat, vetület, méretarány

kulcsfogalmak: topográfiai adatbázis, domborzati adatbázis, DDM, DFM, DSZM, SRTM

1. 3.1. Bevezetés

A természeti erőforrások témakörben ebben a fejezetben a topográfiai és domborzati adatbázisokkal foglalkozunk. Itt mindjárt tisztáznunk kell azt, hogy nem a topográfiai és a geomorfológiai ismeretek ismétlése, bővítése a cél, hanem az eddigi szakmai ismeretek birtokában az ilyen célú informatikai adatgyűjtésnek, feldolgozásnak a lehetőségeit tárgyaljuk.

Természetesen korlátai is vannak a téma kifejtésének. Ez egyrészt azzal magyarázható, hogy a topográfia és a morfológia a különböző szakterületeken egyrészt más-más tartalommal jelentkezik, másrészt az adatbázisok összeállításánál, illetve azok használatánál az időtényezőt és a méretarányt figyelembe kell venni.

A **topográfia** elnevezés a görög toposz (hely) és grafein (rajz) szavakra vezethető vissza. A mi értelmezésünkben a **Föld felszínén található természetes és mesterséges tereptárgyak helyzeti információinak gyűjtésével, térképi ábrázolásával foglalkozó tudományág**, amely segíti a terepi tájékozódást. A **geomorfológia** (felszínalaktan) a **domborzati formák kialakulásával, változásaival, stb. foglalkozik**. A topográfia méretaránytól függő részletességgel bemutatja a domborzatot, a terepi objektumokat és összefüggéseiben, komplexen ábrázolja.

A topográfiai és domborzati adatbázisok adatai egyrészt terepi felmérésekkel, másrészt a geomorfológiai, tájféldrajzi, távérzékelési, stb. kutatási eredményekből nyerhetők. Az adatok megállapításánál nagyon fontos a térbeli és időbeli pontosság. A térbeli pontosság függ egyrészt a terepen mért értéktől (pl. műszer pontosságától), másrészt, ha a térképről olvasunk le értékeket, akkor elsősorban a térkép méretarányától, de ezeken kívül mindegyiket még több tényező is befolyásolhatja. Az időbeli változás figyelembe vétele azért fontos, mert a **topográfia és a domborzat állandóan változik**. A változás egyes területeken, illetve folyamatokban eltérő sebességű (pl. természeti katasztrófák esetén felgyorsul). Ezért az adatok kiegészítése, frissítése elengedhetetlen.

A **környezeti informatika egyik fontos feladata a változások vizsgálata**. A rendelkezésre álló megfelelő pontosságú, különböző időpontú adatok geoinformatikai feldolgozásával lehetőség nyílik a környezeti változások (folyamatok) magyarázatára. Ezek ismeretében egyrészt a korábbi időszakok jelenségeit (pl. klíma, növényzet változása) magyarázni tudjuk, másrészt modellezési módszerekkel a jövőt prognosztizálhatjuk.

A természeti erőforrás adatbázisok témakörében gyűjtött állami adatgyűjtés adatai nem teljes körűen publikusak a felhasználók számára. A tananyagban kapcsolt adatbázisok csak az interneten publikált állami alapadatokat és egyes intézmények által publikált kutatási eredmények adatait tartalmazzák.

A továbbiakban először a topográfiai, majd a domborzati adatbázisokkal foglalkozunk.

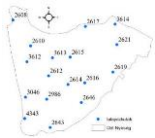
2. 3.2. Topográfiai adatbázisok

2.1. 3.2.1. Terepi méréssel előállítható topográfiai adatbázisok

A Föld felszínének objektumairól topográfiai adatbázist előállíthatunk műszeres mérésekkel. Az adatokat a GIS módszerekkel történő feldolgozás figyelembe vételével gyűjtjük. Ennek megfelelően pont, vonal és poligon

felméréseket végzünk. Pontoknak tekintjük pl. a talajvízkutakat, talajmintavételi helyeket, magassági pontokat, stb. Ezeket egyértelműen meg lehet határozni földrajzi koordinátaikkal. A koordináták meghatározását végezhetjük megfelelő pontosságú GPS műszerrel. (A GPS jelzi a mérés pontosságát.) Ez azért fontos, mert bizonyos esetben (pl. szennyezés áramlása a talajvízben), ha a kutak távolsága kisebb, mint a GPS pontossága, akkor a kutak koordinátái helytelen eredményhez vezethetnek. Ha nem rendelkezünk megfelelő pontosságú GPS műszerrel, akkor célszerű geodéziai műszerrel meghatározni a pontok koordinátáit. Természetesen a pontszerű objektumok adatbázisa a koordináták mellett különböző adatokat (azonosító, tszf.-i magasság, a kút mélysége, vízszint, stb.) tartalmaz. A koordináták megadásánál figyelembe kell venni a törvényi előírásokat. **Magyarországon az EOVS vetületi rendszert kell használni**, és a koordinátákat is ennek megfelelően kell megadni. A koordináták lehetőséget nyújtanak tematikus térképek (3.1. ábra) készítésére, az adatbázis többi adata pedig különféle további feldolgozást tesz lehetővé.

3.1. ábra - Talajvízkutak törzsszámmal a Dél-Nyírségben



A vonalas objektumok (utak, vasutak, vízfolyások, szintvonalak, stb.) topográfiai adatbázisa is előállítható terepi mérésekkel. A vonalak pontokat összekötő szakaszok sorozatából állnak. A szakaszok hosszától függ a folyamatos vonal pontossága. Minél sűrűbb a pontok felvétele, annál pontosabb lesz a vonal „futása”. A vonalak terepi mérése is történhet GPS-, vagy geodéziai műszerekkel. A vonalas objektumok adatbázisa tartalmazza az azonosítót, amely lehet név (pl. Tisza), szám (pl. főútnál a 3-as), vagy betű+szám (pl. M 35), stb., továbbá az objektumot jellemző fontosabb adatokat.

A poligonok (tavak, vízgyűjtő területek, települések, stb.) zárt folyamatos vonalakkal határolt területek. Az előzőekből következik, hogy a terület terepi felmérésénél vagy a határoló pontokat határozzuk meg koordinátaikkal, vagy a vonalas mérést a terület körül a kiindulási pontig folytatjuk. A terület határának a pontokkal történő meghatározását akkor célszerű választani, ha sokszög alakú felszíndarabot (pl. téglalap alakú erdőt) akarunk felmérni. Természetesen a görbe vonallal határolt terület is a pontokat összekötő szakaszokból előállított poligonnal közelíthető. A terület mérőszámának pontossága pedig a határon felvett pontok számától függ. A terepi felmérés ebben az esetben is végezhető GPS-szel, de gyakoribb a geodéziai felmérés. Vannak olyan területek (pl. tájak), amelyek határát nem felméréssel határozzák meg, hanem a domborzati elemeket figyelembe véve a szakemberek megállapodtak (Dövényi 2010) a határvonal futásában. Ez a határvonal sok helyen nem egyértelmű, sőt vitatható. A topográfiai térképeken ezeket a határvonalakat nem is szokták jelölni.

A topográfiai adatbázis előállítása terepi felméréssel nagyon sok időt vesz igénybe, ezért gyakoribb a digitális adatbázis előállítása a korábban geodéziai felméréssel készült térképek felhasználásával. A terepi mérést inkább csak ellenőrzésre, illetve a hiányos adatok pótlására végezzük. Az ellenőrzés, illetve a pótlás végezhető friss légifotók (ortofotók) és űrfelvételek felhasználásával is.

2.2. 3.2.2. Topográfiai adatbázisok előállítása térképek, légi- és űrfelvételek felhasználásával

A személyi számítógépek elterjedésével lehetőség nyílt a topográfiai adatok meghatározására a választott területről készült topográfiai térképek, és a távérzékelési módszerek alkalmazásával. Napjainkban a megfelelő hardverek és szoftverek beszerezhetők. Természetesen az így nyert adatok pontossága több tényezőtől függ.

A térképek kiválasztásánál figyelembe kell venni a méretarányt, ugyanis a kisebb méretarányú térképeken – a generalizálás miatt – a terepi objektumok száma csökken. Az előállítandó adatbázissal szembeni elvárásokat figyelembe kell venni az adatgyűjtés tervezésekor.

A névjarral, síkrajzzal és domborzatrajzzal ellátott topográfiai térkép alkalmas a topográfiai adatbázis előállítására. A kiválasztott megfelelő méretarányú térképet először beszkenneljük, majd EOVS vetületi rendszerbe transzformáljuk. Mindkét művelet jelentősen befolyásolja a készülő adatbázis pontosságát. **A szkennelésnél a felbontóképesség (dpi) választásától függ egyrészt a készülő raszteres térkép használhatósága**, másrészt ezzel összefüggésben a fájl mérete. A kis dpi érték választása esetén a szkennelés gyorsabb, a fájl mérete kisebb lesz, de az így kapott raszteres állomány már kis nagyításnál is képpontokra esik szét. Az objektum koordinátáinak meghatározása jelentős hibaértékeket eredményezhet. A kisebb pixelméret

(nagyobb dpi) választásakor a fájlméret jelentősen nő, ami a térképnek a képernyőn történő „mozgatását” lassítja.

A digitális raszteres állomány vetületbe illesztését geoinformatikai szoftverek (pl. ArcGIS) segítségével végezhetjük el. **A transzformálás során az ismert koordinátájú pontok számától és a térképi eloszlásától függ a vetületbe illesztett térkép pontossága.** A térképen található objektumok (pontok, vonalak, területek) adatbázisa digitalizálással állítható elő. A digitalizálás is eredményezhet pontatlanságot (pl. egy vonal követésénél kevés vertex pontot választunk), ami szintén a készülő adatbázis használhatóságát befolyásolja.

A felhasznált topográfiai térképnek is lehetnek hibái, hiányosságai. A geodéziai felmérés óta a felszíni objektumok egy része már nem létezik, vagy átalakultak, illetve újabb objektumok jelentek meg. A topográfiai adatellenőrzés, frissítés nagyon fontos része a munkánknak. A naprakész adatbázis előállítása terepi ellenőrzéssel, friss légi- és űrfelvételek felhasználásával oldható meg. A légi- és űrfelvételek használatánál szintén fontos a vetületbe illesztés. **A GIS szoftverekben lehetőség van a raszteres és vektoros állomány összehasonlítására.** Ha a raszteres felvételt a vektoros alá helyezzük, akkor a vektoros állományból a felesleges objektumok törölhetők, illetve a hiányzók pótolhatók.

A fentiekben – nem a teljesség igényével – azokkal a lehetőségekkel foglalkoztunk, amikor saját magunk készítünk adatbázist. Arra is lehetőség van, hogy kész adatbázisokat használjunk. Topográfiai adatok egyrészt különböző kiadványokból és az internetről gyűjthetők, vagy megvásárolhatók.

2.3. 3.2.3. Topográfiai adatbázisok beszerzése

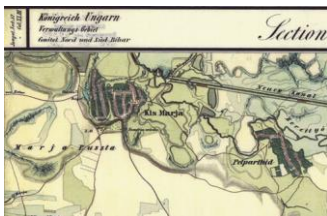
A környezetünkre vonatkozó adatok egy része korábbi mérési jegyzőkönyvekből, táblázatokból, évkönyvekből összegyűjthetők és digitális adatbázist készíthetünk. Ilyen adatok – szerencsés esetben a mérések kezdetétől – az éghajlatra, vízrajzra, stb. a korábbi évkönyvekben (Meteorológiai-, Vízrajzi Évkönyvek) megtalálhatók. Az utóbbi években a Vízrajzi Évkönyv digitálisan CD mellékleten szolgáltatják az adatokat. Adatokat digitális formában találunk az INTERNETEN is. Az adatok egy része ingyen letölthető, azonban sok adatot csak költségterítéssel szerezhetünk be.

A topográfia változását jól tükrözik a térképek. Az Osztrák-Magyar Monarchia Katonai térképezéseinek köszönhető, hogy a XVIII. század második felétől a XX. század elejéig rendelkezünk térképi információval (3.2.-3.4. ábra). A három katonai felmérés EOVS vetületbe illesztett digitális változata az ARCANUM Kft-től megrendelhető.

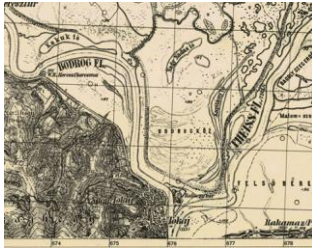
3.2. ábra - Részlet az Első Katonai Felvételtől



3.3. ábra - A Második Katonai Felvétel részlete



3.4. ábra - A Harmadik katonai felvétel részlete



Az állami térképeknek két fajtája létezik. A földmérési (kataszteri) térképeket a polgári térképészek készítették. A topográfiai térképek előállításával az 50-es évekig a katonaság foglalkozott. Ekkor kezdődött hazánkban a polgári topográfiai térképezés. **A földmérési és térképészeti tevékenységről szóló 1996. évi LXXVI. törvény végrehajtási rendelete alapján a nagyméretarányú (1:10000) topográfiai térképek készítésének és karbantartásának a felolése a polgári térképészet, a közepes- és kisméretarányú (1:25000–1:250 000) topográfiai térképek esetében pedig a katonai térképészet** (Zentai 2012).

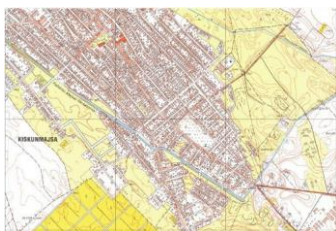
A Geometria Térinformatikai Rendszerház Kft. és az InfoGraph Informatikai Szolgáltató Kft. 1990-re elkészítette az Országos Térinformatikai Alapadatbázist (OTAB), amely az EOTR térképek digitális változatának felelt meg. Az OTAB-1.1 AutoCAD formátumú fájlokat tartalmazott. Az újabb verzióban egyrészt a térképeket pontosították az 1:10 000-es méretarányú térképekkel, másrészt a fájlok formátuma ArcView (shp) lett.

A katonai térképészetnél 2003 végére befejeződött a régi térképek részleges helyesbítése és elkészült az ország teljes területére a 319 térképszervéből álló, NATO előírásoknak megfelelő 1:50 000 méretarányú térképsorozat (3.5. ábra) és a DTA-50 vektoros adatbázis korszerűsített változata. Az 1:25 000 méretarányú topográfiai térkép és adatbázis esetében elkezdték a Vtopo-25 adatbázis készítését, amely az 1:10 000 méretarányú topográfiai térképeknek (3.6. ábra) megfeleltetett – Digitális Topográfiai Adatbázis (DITAB) csökkentett tartalmú változata. A Vtopo-25 egy olyan vektoros adatbázis, amely a korszerű térinformatikai rendszerek topográfiai alapja lehet.

3.5. ábra - Az 1:50 000-es méretarányú térkép részlete



3.6. ábra - Az 1:10 000-es méretarányú térkép részlete



A VTopo-25 adatbázis geometriailag pont-, vonal- vagy felület-típusú alakzatokat használ, a magasságot pedig – sok egyéb adattal együtt – attribútumként tárolja. Tartalmában és pontossági előírásaiban az analóg 1:25 000 méretarányú katonai topográfiai térképnek felel meg, de több attribútum adatot tartalmaz (Alabér et al. 2008).

A katonai térképészet topográfiai termékei raszteres és vektoros formátumban is beszerezhetők (www.topomap.hu). A geotiff (raszter formátumú) digitális térképek négy méretarányban (RTA25, RTA50, RTA100, RTA200) készültek. **A vektoros adatbázisok (DTA 50, DTA 200_2K2, DTA 500, DTA 1000) a méretarányuknak megfelelő attribútum adatokat tartalmaznak különböző (út, vasút, település, határok, vizek, stb.) kategóriákban.**

Az Egységes Országos Térképrendszer (EOTR) bevezetéséig (12/1969. (III. 11.) kormányrendelet) a topográfiai térképek vetülete többször változott. Napjainkban az egységes országos vetületet (EOV) használjuk. Nagyon

fontos, hogy a mintaterületekről különböző vetületekben készült térképeket az összehasonlító vizsgálatoknál azonos vetületi rendszerbe transzformáljuk. (3.7. ábra - animáció)

3.7. ábra - Vektoros térkép vetületbe illesztése vektoros térképpel (ArcGIS programmal) - ANIMÁCIÓ



Az animáció a linkre kattintva indul (10 sec)

Napjainkban az EOTR topográfiai térképek (1:10 000-es, 1:100 000-es és 1:200 000-es méretarányban) nyomtatott és digitális formában is beszerezhetők. A digitális állományok raszteres és vektoros formátumban is megrendelhetők (FÖMI).

A vektoros adatbázis előállítását a nyomtatott, vagy raszteres formában beszerzett térképek felhasználásával a GIS szoftverekben (ArcGIS, QGIS, AutoCAD, stb.) mi is elvégezhetjük a fentebb már ismertetett módon. A vektoros állomány előállításánál a digitalizálás pontosságára nagyon ügyeljünk.

A topográfiai tartalomhoz illeszkedően több adatbázis is ismert (közigazgatási határok, földrajzi névtár). Megemlíthető itt a nagy méretarányú polgári térképezés eredménye a földmérési alaptérkép, amely 1:1000-1:4000-es méretarányban tartalmaz aktuális adatokat az ország egész területére.

3. 3.3. Domborzati adatbázisok

A környezetünk tervezési munkálatainál, hatástanulmányok készítésénél, természeti veszélyek értékelésénél, stb. nélkülözhetetlen a domborzat megfelelő ismerete. A domborzati formák kialakulása, rendszerezése a geomorfológiából ismert. Ezek figyelembe vételével állíthatók össze a domborzati adatbázisok.

A domborzatot a felszín képződményei alkotják. Elsősorban a természetes földrajzi képződményekre gondolunk (pl. dombok, hegyek, stb.), de ezek emberi beavatkozásra jelentősen átalakulhatnak (pl. külszíni bányászat, bányahányó, stb.). A domborzat változása legjobban a függőleges tagolódással, a magasság különbségeivel jellemezhető. A magasságot pedig a nyugalmi tengerszinttől mérjük. Mivel a tengerek szintje eltérő, ezért megállapodás kérdése, hogy melyik tengerszintet választják. Hazánkban jelenleg a Balti-tenger szintjéhez viszonyítunk, amely a régebben alkalmazott Adriai-tenger szintjétől 0,675 m-rel tér el. Ezzel magyarázható, hogy az Osztrák-Magyar Monarchia térképein a Kékes 1015m, napjainkban megjelenő térképeken pedig 1014 m.

A kétdimenziós térképeken a domborzatot az elmúlt századokban különféle módszerekkel ábrázolták. Az iskolai térképeken általában színekkel, a topográfiai és turista térképeken szintvonalakkal szemléltetik a háromdimenziós valóságot. A színek kiválasztása, sorrendje, árnyalatai a jelmagyarázatban utalnak a magasság eltéréseire. A szintvonalak feltüntetése is szabályok szerint történik. A térképeken a magassági pontok számadatai a megjelölt helyek tengerszint feletti értékeit jelentik. Tulajdonképpen a térképek ilyen formában még nem adatbázisok.

A térképeken a domborzat (domborzatrajz) mellett a felszínen található objektumok is ábrázolásra kerülnek (síkraajz). A domborzat digitális feldolgozása (Mélykúti 2007) matematikai/informatikai módszereket igényel. Attól függően, hogy a 3D valóságot digitálisan milyen részletességgel akarjuk ábrázolni, illetve értékelni, különféle modellezési lehetőségek közül választhatunk.

Abban az esetben, ha csak általánosan említjük a 3D felszín modellezését, akkor **digitális felszínmodell (DFM)** kifejezést használjuk (Márkus 2010, Mélykúti 2010). Ez a felszínmodell tulajdonképpen tartalmazza a felszínen lévő építmények, növényzet, stb. térbeli koordinátáit. Az adatbázis létrehozható térfotogrammetriai eljárással, vagy repülőgépről pásztázó lézeres távméréssel (LIDAR). A Laser Scanner módszer alkalmazásánál az egy tereppontból felvett adatokból meghatározható a térbeli koordináta. A felszínről kiemelkedő objektumok, növények (pl. fák) magassága is kiszámítható.

A domborzat adatbázisának az előállításánál gyakran használjuk a szintvonalak digitalizálásának a módszerét. Az így előállított modellt **digitális szintvonalmodellnek (DSZM)** nevezzük. Ennek az az előnye, hogy a topográfiai térképek az egész ország területéről rendelkezésre állnak, és topográfiai, geomorfológiai ismeretekkel a domborzati formák jól elkülöníthetők. A szintvonalak és a magassági pontok adatai segítségével

a domborzat fő jellemzői (lejtőszög, kitettség, stb.) a különböző környezeti alkalmazásokhoz geoinformatikai szoftverek alkalmazásával könnyen meghatározhatók. Az így előállított adatbázis terepi pontossága a térkép méretarányától (alapszintvonalak értékétől) függ.

A terepfelszín pontjainak koordinátaiból (x, y, z) álló adatbázis segítségével állítható elő a **digitális domborzatmodell (DDM)**. Ez tulajdonképpen a domborzat egyszerűsített ábrázolásának felel meg. Pontossága attól függ, hogy a felszín pontjainak koordinátáit milyen „sűrűséggel” tartalmazza az adatbázis. Az adatbázis előállítható a pontok, a vonalak, vagy a felületek adataiból. A felszín előállítható a terepi pontok felmérésével (pl. GPS), vonalak digitalizálásával (szintvonalak), amelyek pontjai x, y, z koordinátákat tartalmaznak és felületekkel (TIN - Triangulated Irregular Network). **A TIN modellben a magassági adatok a háromszög csúcspontjaira vonatkoznak.** Létezik még raszteres adatszerkezet, amelyben egy pixelhez tartozik egy magassági adat. Ennek az a hátránya, hogy a domborzat fő vonalait nehéz figyelembe venni. Természetesen ezek kombinációja is lehetséges és a pontosság interpolációval javítható.

A FÖMI a „Magyarország Digitális Ortofotó Programja” (MADOP) keretében elkészítette az ország teljes területét Egységes Országos Vetületi (EOV) rendszerben lefedő digitális képi adatbázis létrehozásához szükséges 5 m x 5 m rácsméretű, ± 1 m magassági pontosságú digitális domborzat modellt (ELK-DDM-5). A digitális domborzatmodellt az 1:10 000-es méretarányú topográfiai térképek domborzati fedvényein ábrázolt szintvonalak vektorizálásával hozták létre.

Az ELK-DDM-5 beszerezhető a FÖMI Adat és Térképtári osztályán.

A Magyar Honvédség Tóth Ágoston Térképészeti Intézete elkészítette a **DDM-10** jelzésű digitális domborzatmodellt, amelynek az alapját az 1985-91 kiadású 1:50 000 méretarányú, Gauss-Krüger vetületi rendszerű katonai topográfiai térképek szintvonalas domborzati föliái képezték. A beszekennelt térképek szintvonalait digitalizálták, majd ezeket 1 m pontosságú magassági értékkel látták el.

A **DDM-50** a DTA-50 tematikus tartalmához léptékében és felbontásában illeszkedő digitális terepmodell. A **DDM-100** digitális terepmodell az EOTR szelvényezésű 1:100 000-es méretarányú digitális topográfiai térképek adatbázisából (DTA-100) készült. A vektorizált szintvonalakból TIN és GRID formátumú domborzatmodellek kerültek levezetésre. A GRID felbontása: 100X100m.

A domborzat elemzéséhez nemzetközi adatbázisok használatára is van lehetőség. Az SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) adatbázist a NASA (National Aeronautics and Space Administration) 2000-ben az Endeavour űrrepülőgép radarrendszerével készítette el a Föld ÉSZ 60° és a DSZ 57° közötti területeiről. A méréseket GPS-műszerekkel végzett geodéziai szelvényezés egészítette ki, amely a modell vertikális pontosságát (60 m) javította. A vízszintes pontosság ellenőrzésére és javítására fix pozíciókon jó visszaverő felületű lapokat helyeztek el, amelyek a radarfelvételeken jól láthatók voltak és földi illesztő pontokként is használták. Az adatbázis magassági adatai a radar technika miatt tartalmazzák a felszínen található természetes és mesterséges tereptárgyak magasságát is. A domborzat értékelésénél ezt figyelembe kell venni. A 2003-ban közzétett adatbázist az utóbbi években javították. Az SRTM2 és SRTM3 adatbázisok is letölthetők az USGS (United States Geological Survey) SRTM honlapjáról vagy a Global Mapper szoftverben közvetlenül (3.8. ábra).

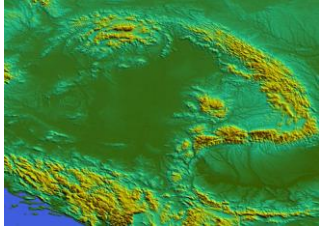
3.8. ábra - Erdély – Az SRTM adatbázis felhasználásával készült Global Mapper szoftverben



A NASA és a japán Gazdasági, Kereskedelmi és Ipari Minisztérium 2009-ben ismertette az ASTER GDEM (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Global Digital Elevation Model) első változatát, amely a Föld felszínének 99%-áról 30 méteres pontosságú magassági adatokat tartalmaz. Újabb felvételekkel pontosították az adatbázist és a 2011-es változat (GDEM2) megbízhatóbb adatokat tartalmaz (3.9.

ábra). Alkalmazási területe nagyon sokrétű (természeti erőforrások kutatása, környezetvédelem, stb.) Az adatbázis ingyen letölthető a GDEM ASTER honlapról.

3.9. ábra - A Kárpát – medence az ASTER GDEM adatbázis felhasználásával készült Global Mapper szoftverben



A domborzatmodellek segítségével geoinformatikai szoftverekben a lejtőszögek, lejtőkategóriák, lejtőkitettségek, görbület, stb. könnyen meghatározhatók.

4. Tesztfeladatok

1. Mi jellemzi a topográfiát?

- a: a domborzat színeinek a jelzője
- b: nehezíti a térképi tájékozódást
- c: a térkép méretarányát meghatározza
- d: segíti a tájékozódást

2. Milyen adatok nyerhetők a topográfiai térképről?

- a: a fák kora
- b: a folyók szélessége
- c: a tájak neve
- d: az útszakaszok hossza

3. A méretarány csökkenésével egy adott területen az objektumok száma:

- a: csökken
- b: nem változik
- c: növekszik
- d: a térkép készítőjétől függ

4. A méretarány növekedésével egy adott területen az objektumok száma:

- a: nem változik
- b: növekszik
- c: csökken
- d: a térkép készítőjétől függ

5. A dpi értékének csökkenésével a fájl mérete:

- a: növekszik

b: nem változik

c: csökken

d: a kép tartalmától függ

6. A dpi értékének növekedésével a képpont mérete:

a: növekszik

b: nem változik

c: csökken

d: a kép méretétől függ

7. A legkisebb méretarányú EOVS vetületű EOVS térkép méretaránya:

a: 1:500

b: 1:100 000

c: 1: 1 000 000

d: 1:1000

8. Mit ábrázol a DDM?

a: a hegységeket

b: a dombságokat

c: a terepet

d: a domborzatot

9. Az SRTM pontossága:

a: 10 m

b: 1 km²

c: 50 m

d: 60 m

10. Az ASTER GDEM pontossága

a: 1 ha

b: 30 m

c: 1 m²

d: 5 m

A megoldások a következő oldalon az Irodalomjegyzék végén található.

5. Irodalomjegyzék

Alabér, L.; Fórián-Szabó, M.; Kovács, E. 2008. A VTopo-25 adatbázis. Az MFTTT Topográfiai szakosztály szervezésében 2008. április 23-án tartott Topográfiai ankéton elhangzott előadás szerkesztett változata.

Dövényi, Z. (szerk.) 2010. Magyarország kistájainak katasztere MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest. p.876.

Márkus, B. 2010. Térinformatika 11. Interpoláció és domborzatmodellezés. TÁMOP 4.2.5 Pályázat könyvei, www.tankonyvtar.hu

Mélykúti, G. 2007. Topográfiai adatbázisok. BMEEOFTASJ3 segédlet a BME Építőmérnöki Kar hallgatói részére. „Az építész- és az építőmérnök képzés szerkezeti és tartalmi fejlesztése” HEFOP/2004/3.3.1/0001.01

Mélykúti, G. 2010. Topográfia 9., Digitális topográfiai térképezés alapfogalmai. TÁMOP 4.2.5 Pályázat könyvei, www.tankonyvtar.hu

Mucsi, L.; Kovács, F.; Szatmári, J.; Nagyvárad, L. 2011. Geoinformatika alapjai. E-jegyzet.

Zentai, L. 2012. A digitális térképek Magyarországon az első digitális adatbázisoktól a kilencvenes évek végéig. RS and GIS online 2012/1.

Internet hivatkozások (utolsó letöltések 2014.03.24.)

Arcanum Kft. - <http://www.arcanum.hu/>

FÖMI - www.fomi.hu,

FÖMI-Geoshop - termékek ismertető www.geoshop.hu

TOPOMAP - www.topomap.hu

<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>

<http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/>

A Tesztfeladatok megoldása: 1:d; 2:c; 3:a; 4:b; 5:c; 6:c; 7:b; 8:d; 9:d; 10:b.

4. fejezet - Természeti erőforrás adatbázisok II. (talaj, légkör, geológia) (Kovács F.)

A környezeti, földrajzi problémák, állapotok, folyamatok felméréséhez, értékeléséhez elengedhetetlen a különböző felbontású, aktuális és archív térbeliséggel bíró adatok használata. **A hatékony adatkezelést, a rendelkezésre álló információk mind alaposabb kiaknázását digitális feldolgozással és széleskörűen elérhető információs rendszerek létrehozásával valósíthatjuk meg.** A természeti erőforrás adatbázisok fejezeteket ezen elv szerint részleteztük.

A természeti erőforrás adatbázisok témakörében gyűjtött állami adatgyűjtés adatai nem teljes körűen publikusak a felhasználók számára. A tananyagban kapcsolt adatbázisok csak az interneten publikált állami alapadatokat és egyes intézmények által publikált kutatási eredmények adatait tartalmazzák.

alapfogalmak: talajtérképezés, meteorológiai adatgyűjtés, geológiai térképek

kulcsfogalmak: térbeli talajinformációs rendszer, meteorológiai adattár, levegőkörnyezeti adattár, földtani geoportál

1. 4.1. Térbeli talajinformációs rendszerek

Az ökoszisztémákban belül az egyik legstabilabb tényező a talaj. A talajtulajdonságok időbeli változékonyságát ismerve, adott paraméterek megfigyelésével elmondható, hogy ha már a talaj is változik, akkor hosszabb ideje jellemző hatások érik a környezetet. A talajképző kőzet, a domborzat, a növényzet, a klíma, az ember által meghatározott talajfejlődésben az erős összefüggések miatt következtetni lehet a korábbi környezeti viszonyokra is (pl. természetes növényzet) (Farsang 2011).

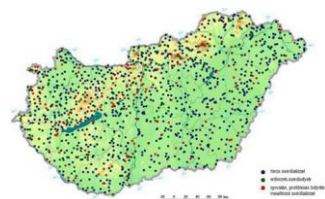
A talaj által nyújtható információk fő felhasználói a földértékelés, mezőgazdaság, területi tervezés, vízgazdálkodás, környezetvédelem témakörökben jellemzők. A hatékony adatkezelést, a rendelkezésre álló információk mind alaposabb kiaknázását a digitálisan és széleskörűen elérhető térbeli talajinformációs rendszerek (TTiR) kialakításával oldották meg, melyet az MTA ATK Talajtani Kutató Intézet munkatársai hoztak létre (Pásztor 2011). A TTiR-ek általában klasszikus talajtani információkon alapulnak, azaz talajtérképek, talajszelvény adatok digitális feldolgozásán.

A környezeti adatokkal foglalkozó INSPIRE direktíva talajtani adatbázisokra vonatkozó feladatait látja el a GS Soil program, amelynek fő feladata a szabványoknak megfelelő metaadat szolgáltatás.

1.1. 4.1.1. TIM

A Talaj Információs és Monitoring Rendszer (TIM) **talajszelvény alapú** (tehát pontszerű) **adatbázis**. 1992 óta működő rendszer, amely országos képet nyújt hazai talajaink fontosabb tulajdonságairól és az azokban bekövetkező változásokról (4.1. ábra).

4.1. ábra - TIM pontok hálózata Magyarországon (forrás: MTA TAKI 2004)



Az **1236 pont** jelentős része a törzs mérőhálózat része (elsősorban mezőgazdasági területeken). Speciális, problémás területekre vonatkozó mérőhálózat 189 pontot tartalmaz, míg 183 pont erdészeti mérőhelyként ismert. Speciális mérőpontok lehetnek például degradálódott területeken, hulladék lerakók környezetében, természetvédelmi területeken és azok pufferzónájában, katonai létesítmények környékén.

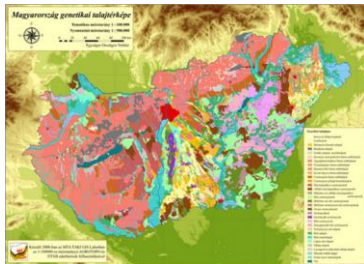
A talajjellemzőket időbeni változékonyságuk szerint évente (pl. pH, nitrit), 3 évente (pl. P, Ca, K), illetve 6 évenként (pl. toxikus anyagtartalom) felvételezik, amely segít megállapítani talajaink állapotát (Marth; Karkalik 2004).

A TIM jó alapot biztosít olyan talajtani alkalmazásokhoz is, mint a Magyarországi Részletes Talajfizikai és Hidrológiai adatbázis (MARTHA).

1.2. 4.1.2. Agrotopográfiai Adatbázis

Az 1970-es évek végére elkészült **1: 100.000-es agrotopográfiai térképezés digitalizálásával 1991-ben fejezték be az AGROTOPO adatbázist**. Az első és sokáig egyetlen országos lefedettségű, részletesebb elemzésekre is használható adatbázis, amely a mai napig a regionális agrár-környezeti programok, földrajzi értékelések alapja. A **homogén agroökológiai egységekre adott termőhelyi adottság paraméterek** mellett belvízi elöntési, savanyodási, tömörödési érzékenységre is találunk információt (4.2. ábra és animáció). Kilenc, termőhelyi adottságot meghatározó paramétert tudunk térben lehatárolni, más adatokkal összevetni: genetikai talajtípus (31 féle), talajképző kőzet (9), fizikai talajféleség (7), agyagásvány összetétel (9), talaj vízgazdálkodása (9), kémhatás és mészállapot (5), szervesanyag készlet (6), termőréteg vastagság (5), talajértékszám (10).

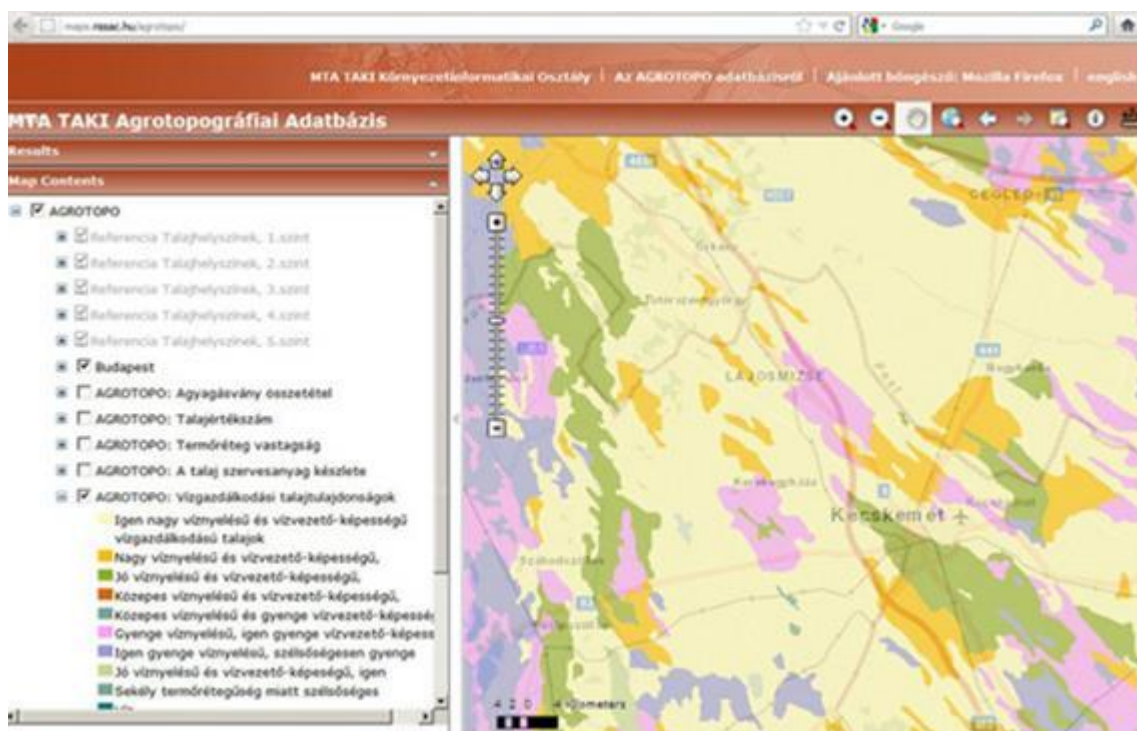
4.2. ábra - Genetikai talajtípusok térbelisége az AGROTOPO szerint (forrás: MTA TAKI 2008) + ANIMÁCIÓ



Az animáció a linkre kattintva indul. - Magasabb szervesanyag-készlettel bíró, jó víztartó képességű talajok összetett lekérdezése ArcGIS programban.

A teljes vektoros állomány 500.000 Ft + ÁFA áron beszerezhető, de az MTA TAKI által üzemeltetett Agrotopográfiai adatbázisban az állomány szabadon is megtekinthető (4.3. ábra és videó).

4.3. ábra - Vízgazdálkodási tulajdonságok alföldi mintaterületen az Agrotopográfiai adatbázis szerint + VIDEÓ



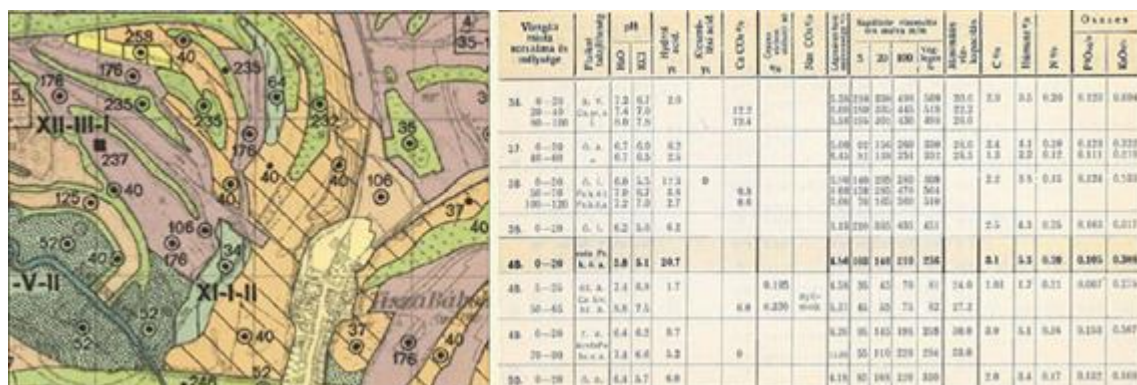
A videó a linkre kattintva indul. - AGROTOPO adatbázis használata az interneten.

Hasonló léptékű, de más tartalmú (pl. aranykorona érték) talajtani feldolgozást magyarországi földhasználati zónarendszerében is találhatunk (Ángyán 2003).

1.3. 4.1.3. Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer

Az 1934–51 között készített Kreybig-féle talajismereti térképezés az adattartalmát és szemléletét tekintve egy korai analóg földrajzi információs rendszernek tekinthető. A talaj minőségét, szerkezetét, vastagságát több mint 20 db terepi-, valamint laborvizsgálati paraméter alapján határozták meg. Információkat kapunk a talajvíz szintjére, a földhasználatra is. Máiig az egyetlen, az egész országot lefedő ilyen szakmai jellegű 1:25.000 méretarányú térképsorozat (MTA ATK TAKI) (4.4. ábra).

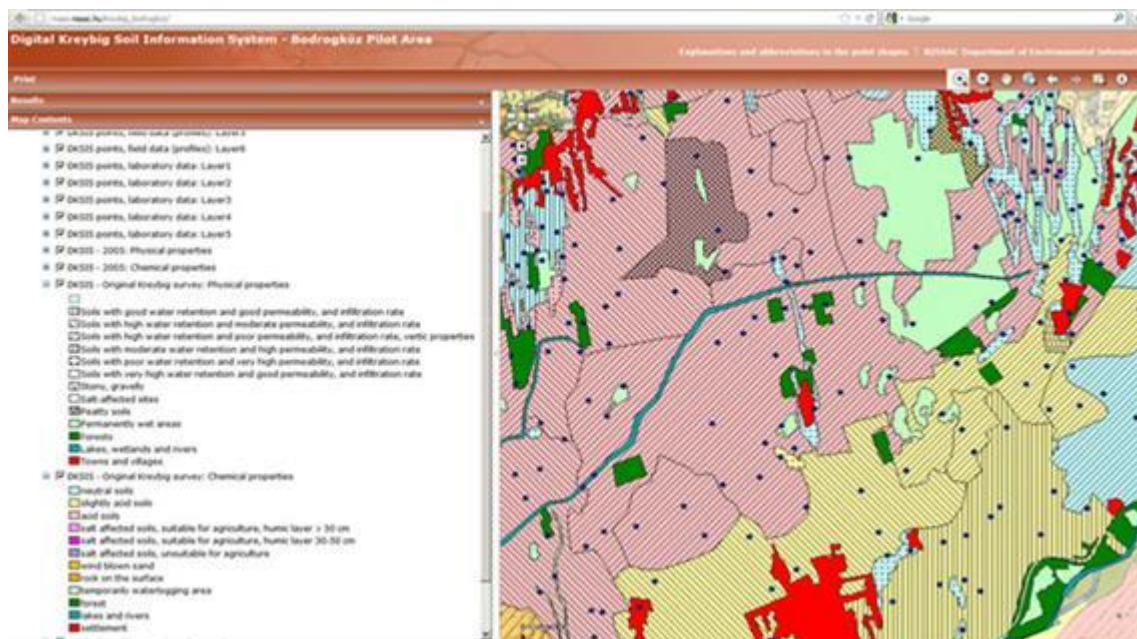
4.4. ábra - Kreybig-féle talajismereti térkép és egy mintavételi pont törzslapja (részlet) (forrás: MTA ATK TAKI)



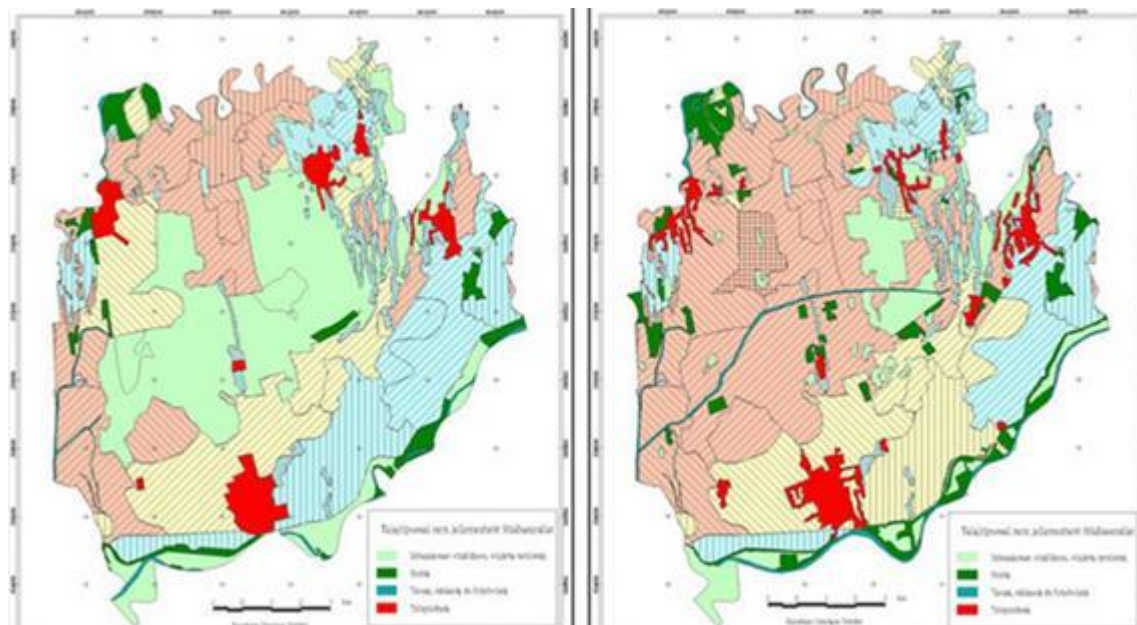
A poligon alapú térképek mellett pontszerű talajszelvény adatbázissal (törzslapok) is rendelkezünk. A digitalizálással, vektorizálással létrehozott, EOTR szabványos Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer (DKTIR) célja a földhasználattal kapcsolatos döntések támogatása, illetve referencia a környezeti változások vizsgálatában. A kész magyarországi digitális, vektoros állomány 10-20 Ft/ha-os áron érhető el. Interaktív adatbázis hozzáférési lehetőség itt is megfigyelhető (4.5. ábra). Az archív adatok elemzésével, illetve aktualizálásával és pontosításával mai másodfajú-, vagy funkcionális talajtérképek készíthetők, évtizedes

folyamatok ismerhetők fel (4.6. ábra). Eredményes DKTIR alapú térinformatikai alkalmazást találunk a belvíz-
veszélyeztetettségrel kapcsolatos kutatásokban is (Bozán et al. 2008).

4.5. ábra - DKTIR információs rendszer a bodrogi mintaterületre vonatkozóan (forrás: MTA ATK TAKI)



4.6. ábra - DKTIR terepi reambulációja előtti (balra) és utáni állapot (jobbra) alapján szerkesztett talajtérkép térbeliségének különbsége (forrás: MTA ATK TAKI)

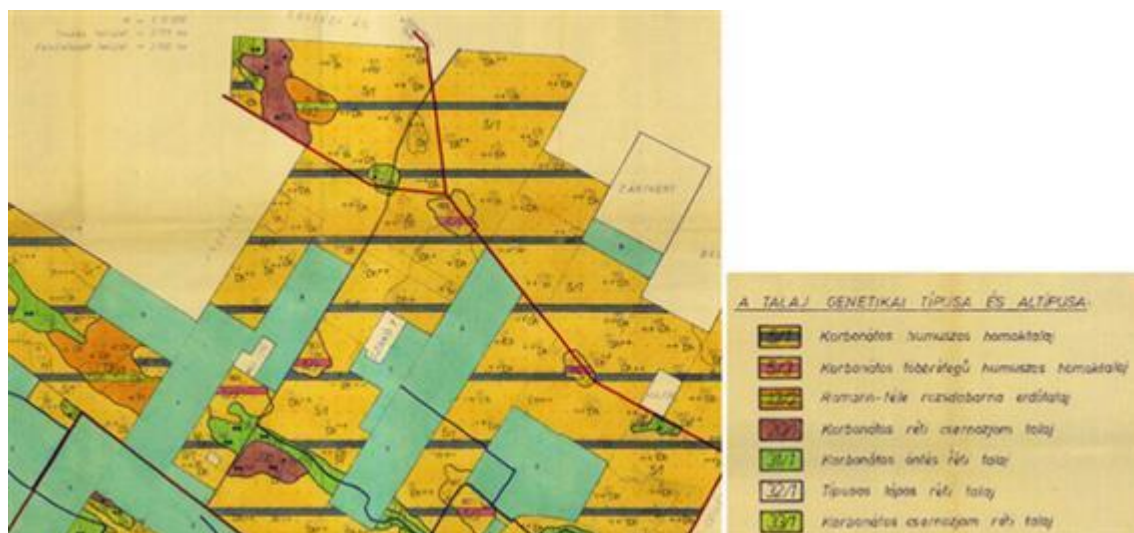


Az AGROTOPO adatbázisnak és a DKTIR-nek az ökológiai MÉTA program hatszöghálójába való integrálásával új talajinformációs rendszer (TalajMÉTA) jött létre, amely kielégítheti a fenntartható tájhasználat és a környezetvédelemmel kapcsolatos egyre növekvő igényeket. Hasonló léptékben, térinformatikai feldolgozottsággal, de nem országos fedettségben érhetőek el a Pest Megyei Talajinformációs Rendszer (PEMETIR), valamint a Géczy-féle talajismereti és tájhasznosítási térképek.

1.4. 4.1.4. Nagyléptékű, földértékelési térképezés

Nagyléptékű integrált térinformatikai adatbázis alapja az **üzemi, genetikus és földértékelési térképezés, amely különböző módszerekkel 1966–85, illetve 1985–1990 között készült** a hazai szántóterületek jelentős részét lefedve (4.7. ábra). Polygon és pont állományként tartalmazza a genetikus térkép, humusz-, pH- és mészállapot kartogram, eróziós- és talajjavítási kartogram, valamint talajszelvények helyszíni- és laboratóriumi vizsgálati adatait. Ezek a térképek a hasonló méretarányú ortofotók és topográfiai térképek domborzati, környezeti információival, a kataszteri térképek birtokszerkezeti, földhasználati információval együtt jó alapot nyújtanak a precíziós mezőgazdaság alkalmazásaihoz (Szabó et al. 2002). Az egyik legnagyobb méretarányú térképezés, jól aktualizálható, de az elérhetősége és a digitalizáltsága problémás (4.8. ábra). Egy-egy mintaterületre található információk rendszerben kiépített példát.

4.7. ábra - Nagyléptékű, 1:10.000-es genetikus és földértékelési térkép, mint a precíziós mezőgazdaság alapja (térkép- és jelmagyarázat részlet MTA ATK TAKI alapján)



A nagy méretarányú talajtani információk jövőjét a **D-e-meter**, mint új földminősítő rendszer képviseli, amely a talajfunkciók közül a produkciós potenciállal kifejezhető talajtermékenységet értékeli (Tóth 2009). Hosszú idősoros adatok alapján az azonos talajtípusokon előforduló termelés átlagtermései szerint mutatja a termékenységet egy adott területen.

4.8. ábra - Térbeli Talajinformációs Rendszerek összehasonlítása (Pásztor 2011 alapján)

	AGROTOPO 1:100.000	DKTIR 1:25.000	1:10.000
Térbeli felbontás	***	****	*****
Tematikus részletesség	++(*)	****	*****
Talajszelvény adat	-	****	*****
Országos lefedettség	*****	*****	***
Aktualizálhatóság	(*)	++(*)	++(*)
Digitális feldolgozottság	*****	*****	++(*)
Adatgyűjtéskorrekció	*****	*****	***

Digitális talajtérképezés legfontosabb termékei a funkcionális talajtérképek, amelyek talajtani és egyéb környezeti információk integrálásával, az adatok tematikus származtatásával, térinformatikai környezetben, modellezés keretében születnek.

2. 4.2. Légköri adattárak

2.1. 4.2.1. Meteorológiai mérések, klimavizsgálati lehetőségek

Az első hazai meteorológiai állomást 1780-ban Budán állították fel, de több hazai település rendelkezik mintegy 140 éves meteorológiai adatsorral (pl. Debrecen, Szeged). Ma az **Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ)** kezelésében lévő többszáz helyen dolgozó, **műszeres mérőhálózat** által nyújtott elsődleges, mért adatbázis komoly múltra tekint vissza. A földrajzi alkalmazásokban leggyakrabban használt paraméterek a hőmérséklet és a csapadék különböző értékei (pl. napi-, havi-, éves átlaghőmérséklet, illetve csapadékmennyiség), amelyek mind statisztikai, mind térbeli feldolgozásánál figyelembe kell vennünk a hosszú adatsorokban rejlő

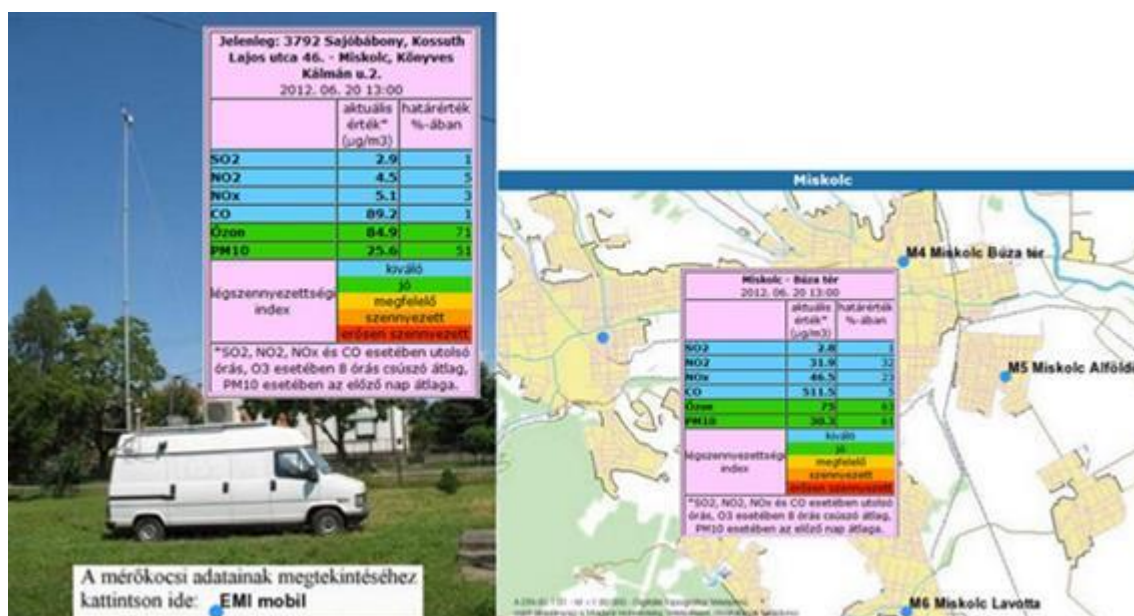
Hőmérséklet-, csapadék- és széladatok tölthetők le óránkénti felbontásban több mint 30 magyarországi pontra a szabadon elérhető nemzetközi adatbázisból az OGIMET -ről. Az összegyűjtött adatokat dekódolva, adat(táblázat)kezelő szoftverrel (pl. excel) feldolgozva gyorsan kinyerhetők átlagok, összegek.

2.2. 4.2.2. Levegőkörnyezeti adatok

A levegőkörnyezeti adatok közül legfontosabbak a levegőminőségi adatok, amelyek rendszeres méréseinek céljából mérőhálózat telepítésére került sor; az **Országos Levegőtisztasági Mérőhálózathoz (OLM)** tartozó mérőállomások elhelyezése a mindenkori szennyezettségi zónák és agglomeráció figyelembevételével történik. Az állomások a jogszabályban meghatározott szennyezők pl. nitrogén- és kén-dioxid, szén-monoxid, ózon, szálló por mérésére vannak felszerelve. A mérési, nyers adatok az adatgyűjtőből online módon jutnak az Internetre. Ezekből a nyers adatokból kétszintű validálási folyamat után történik a hazai és nemzetközi adatszolgáltatás¹.

Az 52 db automata állomás, valamint a több mint 130 manuális állomás – ahol maximum 3 szennyezőt (elsősorban nitrogén-dioxidot) mérnek – egyenlőtlen eloszlású, pontszerű mérései térben csak regionális, országos elemzéseket tesznek lehetővé. A legsűrűbb mérőhálózattal Budapest rendelkezik (11 db)². Napi (akár aktuális is) adatok, adatsorok az OLM honlapján keresztül letölthetők, elérhetők (4.13. ábra és videó, 4.14. ábra), ahol különböző léptékű éves értékelések is rendelkezésre állnak.

4.13. ábra - Példák mobil és automata mérőállomás aktuális adatainak lekérésére (2012.06.20.) (forrás: OLM) + VIDEÓ

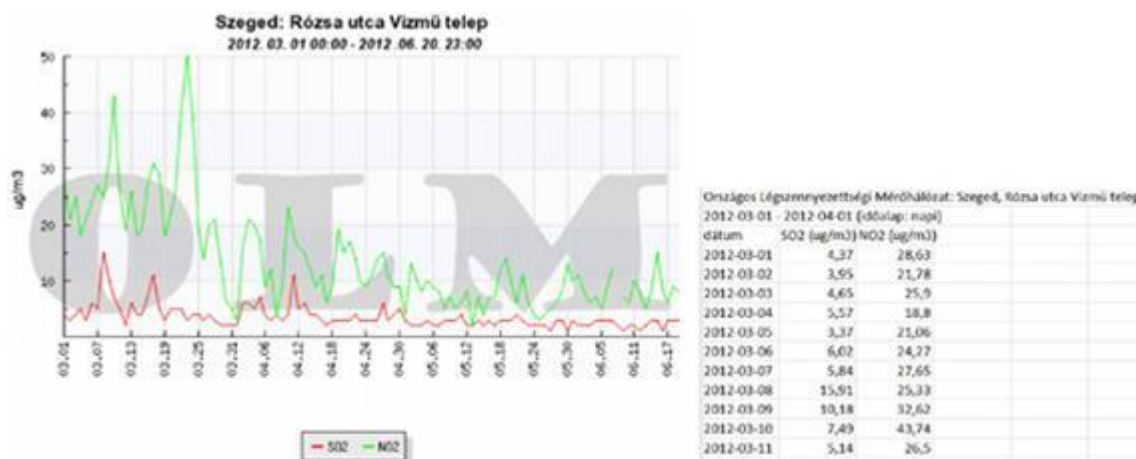


A videó az alábbi linkre kattintva indul. - Adatok, információk keresése, feldolgozhatósága az OLM honlapján

4.14. ábra - Szeged, 2012 tavaszi kén- és nitrogén-dioxid értékeinek megjelenítése (forrás: OLM)

http://www.met.hu/levegokornyezet/varosi_legszennyeztseg/merohalozat/

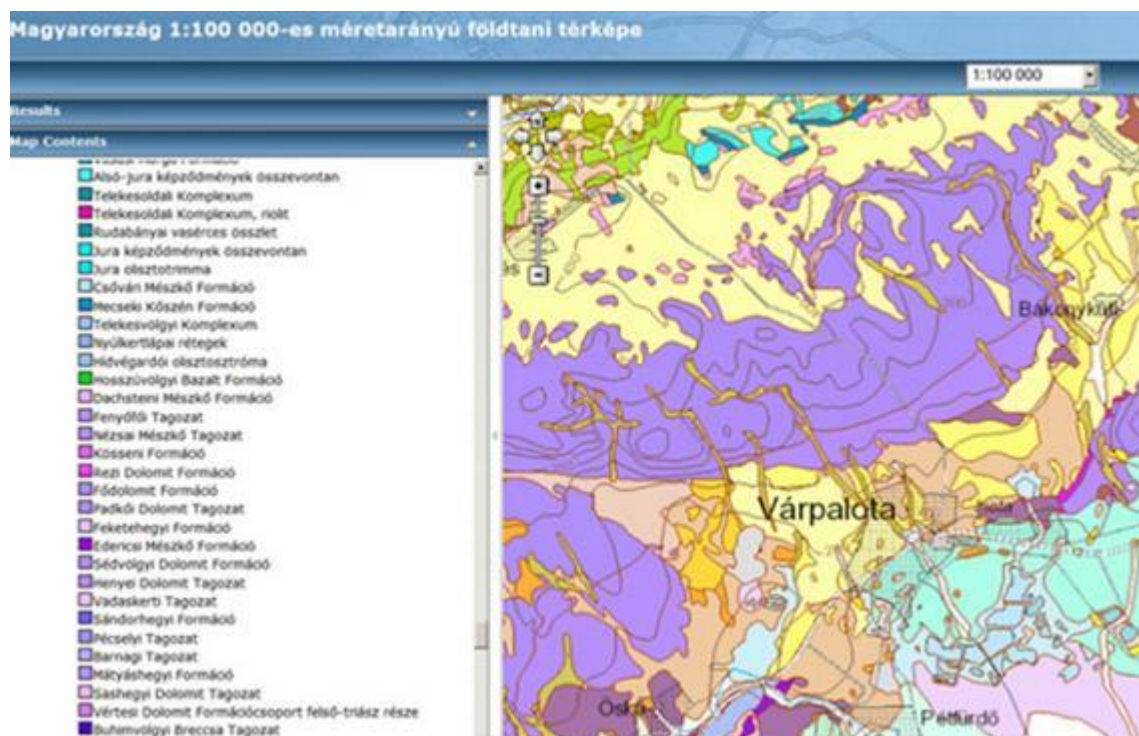
<http://www.kvvm.hu/olm/index.php>



3. 4.3. Földtani, geológiai digitális adatok

A földtani, geofizikai és bányászati kutatások eredményeinek gyűjtése, megőrzése és az adatok megfelelően szabályozott, . A környezeti problémák megoldásában fontos földtani adatok országos lefedettségben, egységes jelkulccsal, digitális térképi alapként, 1:100.000 méretarányban, EOTR koordinátákkal az **MFGI Geoportálon** keresztül hozzáférhetőek , illetve meg is vásárolhatók (4.15. ábra). Országos fedettségben, más tematikában csak kisebb méretarányú digitális térképeket találhatunk (pl. mélyföldtani adatok). Nagyobb méretarányú (1:10 000, 1:25 000, 1:50 000) földtani térkép kisebb területekre, különböző szelvényezéssel, jelkulccsal és szemlélettel papíralapon is rendelkezésre állhat.

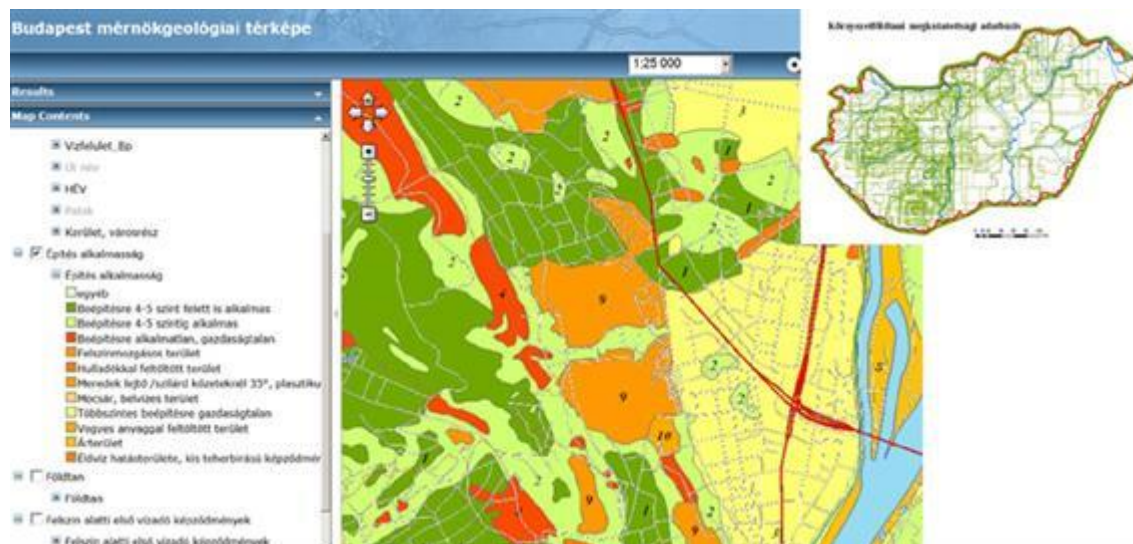
4.15. ábra - Magyarország 1:100.000-es földtani térképe (forrás: MFGI)



Közepes méretarányt képviselnek az alkalmazott földtani térképek (építés-, víz-, környezetföldtan, agrogeológia), amelyek ha nem is adnak országos fedettséget és térinformatikai feldolgozottságot, sok területre rendelkezésre állnak; jó példa 4.16. ábrán látható Budapest mérnökgeológiai térkép (1:40.000). A környezeti problémák térinformatikai feldolgozására példa a hazai potenciális hulladék-lerakóhelyek térkép.

Térinformatikai adatbázisokban áll rendelkezésre aktuális adatokkal hazánk geológiai és geofizikai megkutatottsága, fúrási nyilvántartása. Az INSPIRE irányelv szerint a OneGeology projekten belül is elérhetők a földtani adatok metaadatai, valamint egy 1:1.000.000 méretarányú, kml file-ként lementhető földtani térkép.

4.16. ábra - Mérnökgeológiai térkép az MFGI Geoportálon és hazánk környezetföldtani megkutatottsága (forrás: MFGI Geoportál és MBFH)



4. Tesztfeladatok

1. A felsoroltak közül melyik térkép országos fedettségű, digitális állomány?

- a, AGROTOPO,
- b, üzemi, genetikus és földértékelési térképezés,
- c, Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer
- d, 1:50.000 alkalmazott földtani térképek

2. Rakja növekvő sorrendbe a tanult talajtani adatbázisokat, térképeket méretarányuk szerint!

- a, üzemi, genetikus és földértékelési térképezés,
- b, TIM
- c, AGROTOPO,
- d, Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer

3. Milyen hátrányokat tudna felsorolni az Agrotopográfiai adatbázissal kapcsolatban?

4. A felsoroltak közül melyik tartalmazza a legrégebbi adatokat?

- a, OMSZ csapadékmérések
- b, DKTIR
- c, AGROTOPO adatbázis
- d, OLM ülepedő por mérések

5. Jelölje meg az igaz mondatokat!

- a, Hőmérséklet- és csapadékadatok csak az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) kezelésében lévő mérőhálózat adatbázisában érhetőek el.
- b, A Levegőszennyezettségi Mérőhálózat körülbelül 180-200 állomással egyenlőtlen térbeli eloszlásban mér.
- c, A Levegőszennyezettségi Mérőhálózat honlapján napi adatok, adatsorok is letölthetők, elérhetők.
- d, A nagy méretarányú talajtani információk jövőjét a nagy méretarányú, a produktív potenciál alapú földminősítő rendszer képviseli.

6. Milyen méretarányú Magyarország egységes földtani térképe?

- a, 1:50.000
- b, 1:100.000
- c, 1:200.000

7. A felsoroltak közül melyik adat nem érhető el ingyenes internetes adatforrásként?

- a, AGROTOPO térkép
- b, OMSZ hosszú időtartamú csapadékmérések
- c, Aktuális levegőkörnyezeti adatok
- d, TIM talajadatok

8. Nevezze meg mely adat kapható meg teljes terjedelemmel ingyenesen?

- a, Digitális Kreybig térképek
- b, nitrogén-dioxid adatok egy nagyvárosi területen
- c, aktuális Budapesti csapadékadatok

9. Melyik adatbázis nem alkalmas meteorológiai adatgyűjtésre?

- a, OGIMET
- b, OMSZ adatbázis
- c, TTiR
- d, Vízügyi adattár

10. Mely rövidítés nem kötődik talajtani, légköri, geológiai adatbázisokhoz?

- a, MFGI
- b, OLM
- c, TOPO-10
- d, D-e-meter

A megoldások a következő oldalon az Irodalomjegyzék végén találhatók .

5. Irodalomjegyzék

Ángyán J. 2003. A magyar földhasználati zónarendszer és a Nemzeti Agrár-környezetvédelmi Program (II. rész). Geodézia és Kartográfia 8(2). pp.8-16.

Bozán Cs.; Bakacsi Zs.; Szabó J.; Pásztor L.; Pálfi I. et al. 2008. A belvíz-veszélyeztetettség talajtani összefüggései a Békés-Csanádi löszháton. Talajvédelem Különszám. pp.43-52.

Farsang A. 2011. Talajvédelem. Pannon Egyetem – Környezetmérnöki Intézet, TÁMOP 4.2.5 Pályázat könyvei, Tankönyvtár. p.47.

Lakatos M.; Szentimrey T. 2012. A klímaváltozással kapcsolatos elemzéseknél az adatminőség kulcsfontosságú! Légkör 56 (3). pp.116-119.

Marth P.; Karkalik A. 2004. A Talajvédelmi Információs és Monitoring (TIM) rendszer módszertana, működése, informatikai rendszere. Kézirat. Budapest. p.29.

Németh Á. 2004. Az aszályérzékenység meghatározása térinformatika alkalmazásával. Acta Agraria Kaposváriensis, 8 (3) pp.25-34.

Pálfi I. 2007. Szélsőségesen nedves vízháztartási helyzet a Tiszántúl DK-i részén 2006-ban. Hidrológiai Közöny 87 (2). pp.62-64.

Pásztor L. 2011. Térbeli talajinformációs rendszerek. PhD kurzus tananyaga.

Szabó J.; Pásztor L.; Bakos R.; Cservénák R.; Pogrányi K. 2002. Internet alapú, üzemi szintű agrár-geoinformációs rendszerek építésének tapasztalatai. Országos Térinformatikai Konferencia előadásanyagai, Szolnok.

Szentimrey T.; Bihari Z. 2006. Meteorológiai interpolációs rendszer (MISH) éghajlati információk felhasználásával. In: Kertész Á. (szerk.) III. Magyar Földrajzi Konferencia előadásanyagai CD. MTA FKI, Budapest. p.10.

Tóth G. 2009. Hazai szántóink földminősítése a D-e-Meter rendszerrel. Agrokémia és Talajtan, 58 (2), pp.227-242.

Vízrajzi Évkönyv 2006. CXI. kötet, Víti, Budapest. p.282.

Internet hivatkozások (utolsó letöltés: 2013.03.24.)

<http://gssoil-portal.eu/ingrid-portal/>

http://ilzer.rissac.hu/html_taki_velence/

http://loczy.mfgi.hu/potencialis_hulladek/

<http://maps.rissac.hu/agrotopo/>

http://maps.rissac.hu/kreybig_bodrogkoz/

<http://mta-taki.hu/hu>

<http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal/viewer.jsp>

<http://www.atk.ke.hu/index.php?mid=60&did=404>

<http://www.kvvm.hu/olm/index.php>

<http://www.mafi.hu>

http://www.met.hu/levegokornyezet/varosi_legszennyezettseg/merohalozat/

<http://mta-taki.hu/hu/osztalyok/kornyezetinformatikai-osztaly/agrotopo>

<http://mta-taki.hu/hu/osztalyok/kornyezetinformatikai-osztaly/dktir>

<http://www.ogimet.com>

<http://www.onegeology.org/>

Tesztfeladat megoldások: 1: a, c; 2. a,d,c,b; 3: régi adat (felújítása költséges), közepes méretarányú vizsgálatra jó; 4: a; 5: b, c, d; 6. b; 7: b, d; 8: b, c; 9: c; 10: c.

5. fejezet - Természeti erőforrás adatbázisok III. (felszínfedettség, ökológia, hidrogeográfia) (Kovács F.)

A környezeti, földrajzi problémák, állapotok, folyamatok felméréséhez, értékeléséhez elengedhetetlen a különböző felbontású, aktuális és archív térbeliséggel bíró adatok használata. **A hatékony adatkezelést, a rendelkezésre álló információk mind alaposabb kiaknázását digitális feldolgozással és széleskörűen elérhető információs rendszerek létrehozásával valósíthatjuk meg.** A természeti erőforrás adatbázisok fejezeteket ezen elv szerint részleteztük.

A természeti erőforrás adatbázisok témakörében gyűjtött állami adatgyűjtés adatai nem teljes körűen publikusak a felhasználók számára. A tananyagban kapcsolt adatbázisok csak az interneten publikált állami alapadatokat és egyes intézmények által publikált kutatási eredmények adatait tartalmazzák.

alapfogalmak: területhasználat, felszínfedettség, hidrogeográfiai adatok, védettség, erdőterképezés

kulcsfogalmak: digitális területhasználat, vízrajzi adattár, ökológiai adattár

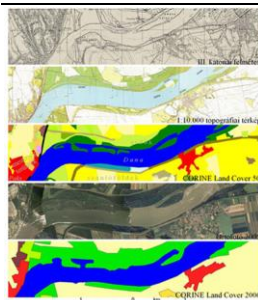
1. 5.1. Felszínfedettségi, területhasználati adatok

A tér- és időbeli kapcsolatrendszereket vizsgáló földrajztudományt több évszázadra, évtizedre, vagy akár egy-két évre visszatekintve is kiemelten érdekli az **embernek a környezetéhez, a tájhoz kötődő kapcsolatát, a folyamatokat és állapotokat rögzítő területhasználati foltok és határok.** A felszín fedettségének változásával módosuló besugárzási viszonyok, a tájkép átalakulása, mezőgazdasági területek erdősítése, a korábban vizes területek beépülése, ökológiai gátak kialakulása...; és még sorolhatnánk azokat a folyamatokat melyek igazolják, hogy a mindennapi gyakorlatban, a lokális, vagy regionális léptékű tervezésben sem tekinthetünk el a vizsgálatoktól (Kovács 2011).

Nagy területekre vonatkozóan, legkorábban topográfiai térképek a XVIII. század második felétől érhetők el, de pontosnak elsőként a XIX. századi III. katonai felmérés nevezhető. Ez az 1:25.000 méretarányú katonai térképi állomány lehet az a kiindulási alap, melyet kiegészíthetünk a hasonló léptékű XX. sz-i felújításokkal (pl. 1919-23), az 1950-es évekbeli felvételezéssel, és a napjainkban készülő Vtopo25 digitális állománnyal. Ezt a **120-130 évre visszatekintő értékelést** segítheti a széles körben ismert, 1:50.000-es katonai térkép a DTA50, illetve a polgári térképezés '80-as, '90-es évekből származó 1:10.000-es adatai (5.1. ábra). A meglehetősen statikus térkép alapú módszerek feloldására alkalmas **légifelvételekkel, műholdképekkel az utóbbi fél évszázadra vonatkozóan akár nagy méretarányban is modellezhetünk.** Az '50-es években kezdődő légifotózásokkal egy-egy területre vonatkozóan átlagosan 10 évente rendelkezünk jó minőségű képekkel. Az időfelbontás és a képek használhatósága jelentősen javult a 2000. évvel kezdődő, napjainkig folyamatos országos légifelvételzés programokkal, melyek eredményei az 1:10.000-es léptékben használható ortofotók (Kovács 2011).

A távérzékelés térhódítása az 1980-as évek közepétől kezdődött. A ma már egyre hétköznapiabb használatú műholdképek közül a legismertebbek a közepes felbontású LANDSAT és SPOT termékek, illetve a fotogrammetriai minőségű IKONOS és QuickBird képek. A geometriai- és időfelbontás látványosan javult a közelmúltban, amit a **szabadon elérhető adatbázisokkal** (Google Earth, GLOVIS) és a műszaki fejlesztésekkel biztosítanak (GeoEye, World View, Rapid Eye).

5.1. ábra - Dunamenti területhasználat különböző adatforrásokon (Kovács 2011)

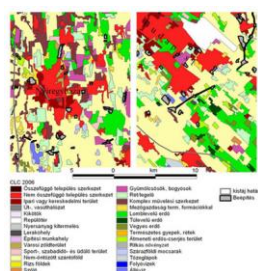


Műholdképek (LANDSAT, SPOT, IRS) interpretációjával, segédadatok (térképek, légifotók) használatával és terepi ellenőrzéssel készült a legnagyobb európai felszínfedettségi adatbázis a **CORINE Land Cover (CLC)**. A program célja az egy évnél hosszabb periódusú biofizikai jellemzőkkel bíró felszín térképezése; a megbízható és összehasonlítható információ jellemzésére. 1990 után 2000-ben, majd 2006-ban három időpontban készült 1:100.000-es térképezés (**CLC100**), amely ingyenesen elérhető az European Environmental Agency (EEA) honlapján (Mari 2010).

A digitális térképeken hazánkra 5 csoportba rendezve 27 db kategóriát különböztetnek meg: mesterséges felszínek, mezőgazdasági területek, erdők és természetközeli területek, vizenyős területek, vizek (5.2. ábra + videó). A legkisebb térképezett objektum minimum mérete: 25 ha (vizek: 4 ha), a vonalas objektumoknál 100 m-es szélesség. Az időpontok közötti folyamatokat tartalmazza az ún. "változás" file (clc_changes), amely rögzítésre kerül, ha egy adott foltnál az előző felméréshez képest minimum 5 ha-os a különbséget fedeznek fel (vizeknél 1 ha)¹. Az adatbázis szerint hazánkban 42000–44000 ha/év a változás. Mivel egységes, objektív nemzetközi adatbázisról van szó, óriási előnye, hogy határon túli területek is bevonhatók az elemzésekbe (Kovács 2008).

Sokkal részletesebb az 1:50.000-es CLC50, amelyből hazánkra egy térkép áll rendelkezésre az 1998-99.évre (lásd. 5.1. ábra). A megnövelt tematikus felbontás mellett (mintegy 80 osztály) megnövelt geometriai felbontással is találkozhatunk (foltméret: minimum 4 ha; vizeknél 1 ha). A helyzeti pontosság 20 m-nél jobb, a tematikus megbízhatóság jobb, mint 90 %, a lineáris felbontásnál elég az 50 m. Az adat költségértéítés ellenében érhető el.

5.2. ábra - Beépítés 2000-2006 között Nyíregyháza és Budapest környezetében (Kovács 2011) + VIDEÓ



A linkre kattintva a videó letölthető. - Corine 1:100.000 és 1:50.000 térképek és változástérképek megjelenése Kecskemét környéki mintaterületen

2. 5.2. Vízirajzi adattárak

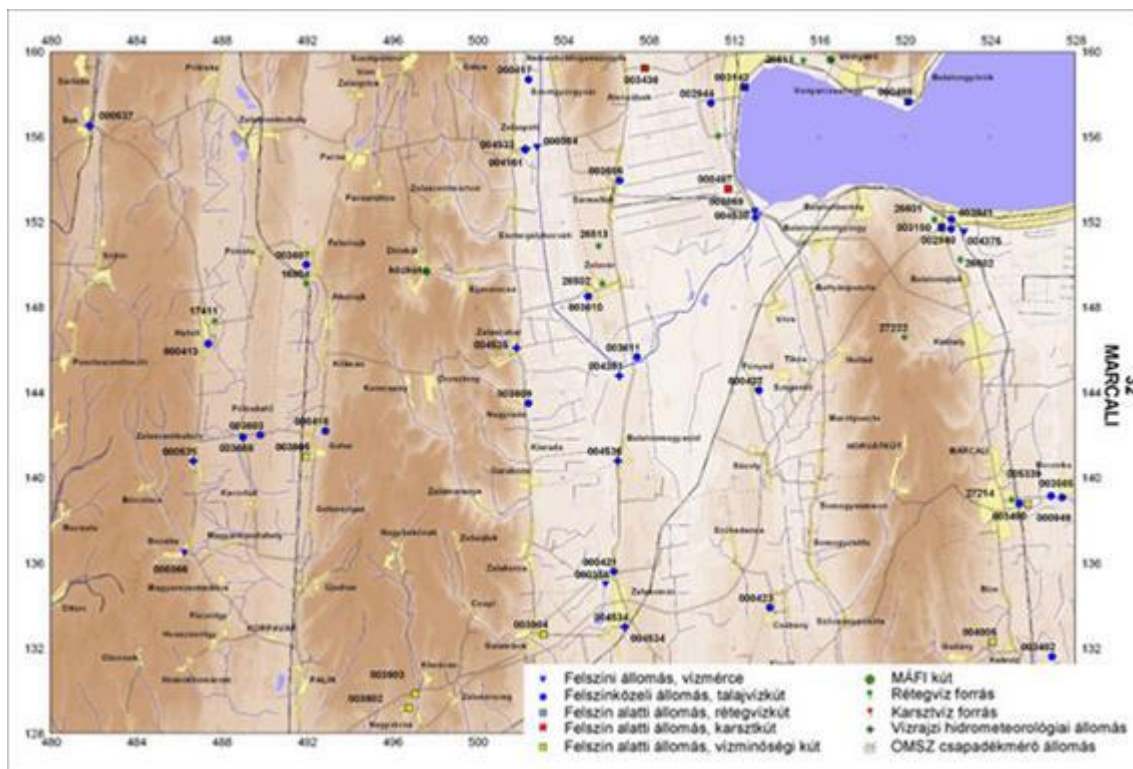
Az 1886-ban létesített Vízirajzi Osztály feladata az ország vízirajzi adatainak gyűjtése mérése, előrejelzése volt. Adatok rendezett formában a múlt század első felétől már elérhetők. A vízirajzi adatoknak egy része az **1887 óta rendszeresen megjelenő Vízirajzi Évkönyv**ben kerül nyilvánosságra, amelyben az adatközlés ma már minden törzsszállomásra kiterjed. A vízirajzi feladatok felelőseinek a VITUKI (Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet), valamint a vízügyi igazgatóságok nevezhetők meg, de ez az állapot jelenleg átszervezés alatt van. Így jelenleg nem működik a nyílt elérésű a vízirajzi adatbázis² sem. Az Országos Vízellátó Szolgálat adatait mutató Hydroinfo is csak a legszükségesebb hajózási információkat szolgáltatja.

¹<http://www.fomi.hu/corine/>

²<http://www.vizadat.hu>

A legaktuálisabb, 2006. évi kötetet alapul véve a felszíni vízállás- és vízhozam-, a felszínközeli és a felszín alatti vízszint- és a forrásmérő hálózatra vonatkozóan érhetők el a vízrajzi törzshálózat adatai napi, havi, éves bontásban a 10 éves időszakok (1971-80, 1981-90, stb.) átlagos és szélső értékeinek táblázataival együtt (5.3. ábra). A Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI) vízmegfigyelő kúthálózat adatai is megtalálhatók itt. A digitalizáltságnak köszönhetően az évkönyvhöz tartozó CD mellékletben felszíni és felszín alatti vízminőségi és vízhasználati adatok is össze vannak rendezve.

5.3. ábra - Vízrajzi törzshálózati térképsorozat egy szelvénye (Vízrajzi évkönyv 2006)

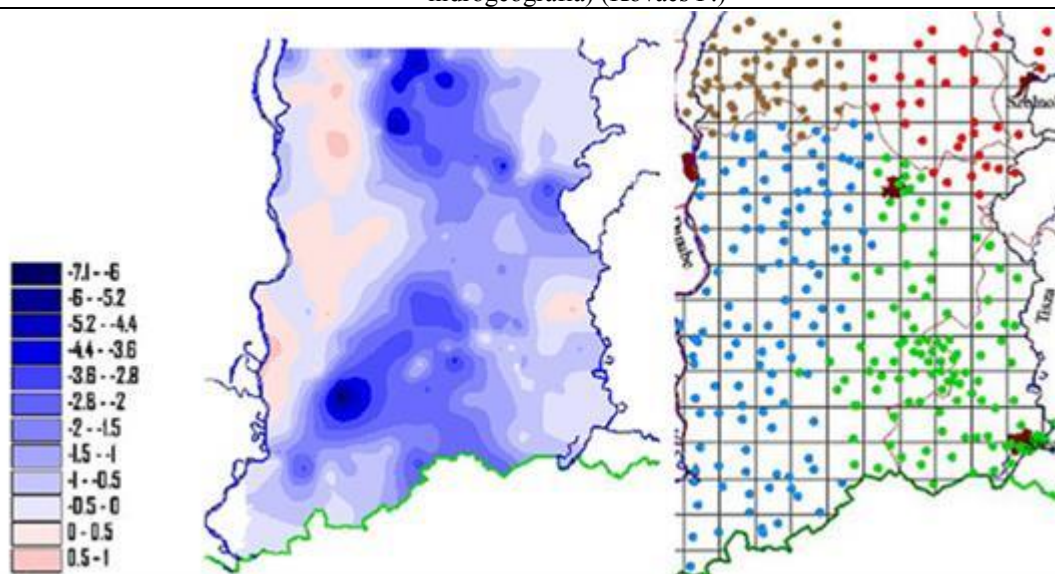


A Vízrajzi Évkönyvekben található körülbelül 110 állomás csak egy része a Vízgazdálkodási Információs Rendszer (VIZIR) részeként működő Magyar Hidrológiai Adatbázisnak (MAHAB), ahol a felszíni, felszínközeli, felszín alatti és hidrometeorológiai állomásokra vonatkozó, 17 meghatározó jelentőségű adatfajta kezelése történik meg³. Az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) kezelésében lévő VIZIR-re épül a Vízügyi Adattár, amely a térinformatikai alkalmazások alapja.

A pontszerű adatok térbeli feldolgozásával számos földrajzi vizsgálatban találkozhatunk (Rakonczai 2006) (5.4. ábra). Az MFGI Geoportálon keresztül is térképen informálódhatunk a talajvíz mélységéről.

5.4. ábra - Pontszerű adatok interpolációja talajvíz kutak adatai alapján (Rakonczai 2006)

³<http://www.ovf.hu/index.php?mid=262>

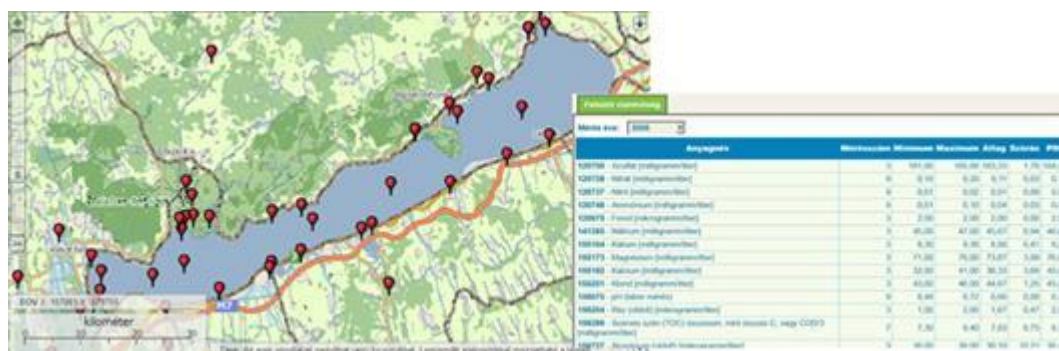


Folyókra, tavakra készített szakadat a nagy méretarányú, több időpontra rendelkezésre álló **vízrajzi atlasz sorozat**. Az 1:10.000-es térképek elérhetőségét digitalizálással növelik; ilyen pl. a Tisza Atlasz, amely raszteres formátumban áll rendelkezésre az 1970-es évek második felére. A vízrajzi alapponthálózat szerinti keresztzselvények (folyó és ártér) is a nyilvántartás részét képezik. A többszöri felmérésekkel (Tisza: 1890, 1930, 1957, keresztzselvény 2000-ben is) összevetve látható a meder, az ártér változása.

A **Vízminőségi Adatbázist (VMAB)** a felszíni- és felszín alatti vízminőség-ellenőrző hálózat látja el adatokkal. A Felszín Alatti Vízminőségi Törzshálózatában (600 kút) az elemzések gyakorisága a rutin-komponenseket illetően 1 és 12 között van évente. A jelenlegi monitoring, főként a legsérülékenyebb felszín alatti vízkészletek – források és a talajvíz – vonatkozásában hiányos, aminek kiküszöbölésére környezetvédelmi monitoring-rendszerek kiépítése indult meg (Deák; Liebe).

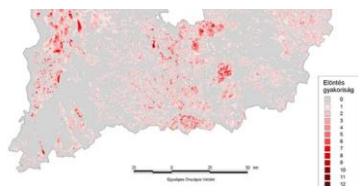
A felszíni vizek minőségének megfigyelésére az országos törzshálózati, valamint a regionális és helyi jelentőségű mérőpontokon kerül sor különböző rendszerességgel; törzshálózat esetén heti, kétheti gyakorisággal (automata mérőállomások gyakrabban). A mérési eredmények validálás után kerülnek be a Felszíni Vízminőség Információs Rendszer (FEVI) adatbázisába (5.5. ábra). Kijelölt vizek monitorozásával foglalkozik a természetvédelem is.

5.5. ábra - Felszíni vízminőség ellenőrző hálózat és egy mérőpont értékei a FEVI szerint a Balaton területén (forrás: FEVI)



A hidrogeográfiai problémákat tekintve egyik legnagyobb gond hazánkban a belvíz. A Vízügyi Igazgatóságok a múlt század közepe óta rajzolják meg a belvízi elöntési maximum térképeket, melyeket összegezve megadható a **belvízgyakoriság**, a terület veszélyeztetettsége (5.6. ábra). A katasztrófavédelem operatív kezelésében, pontosabb térképezésében a speciálisan az adott időszakban készített képi adatok segítenek (lásd 8. fejezet GLOVIS adatbázis LANDSAT felvételei, Vízügyi légifelvétel).

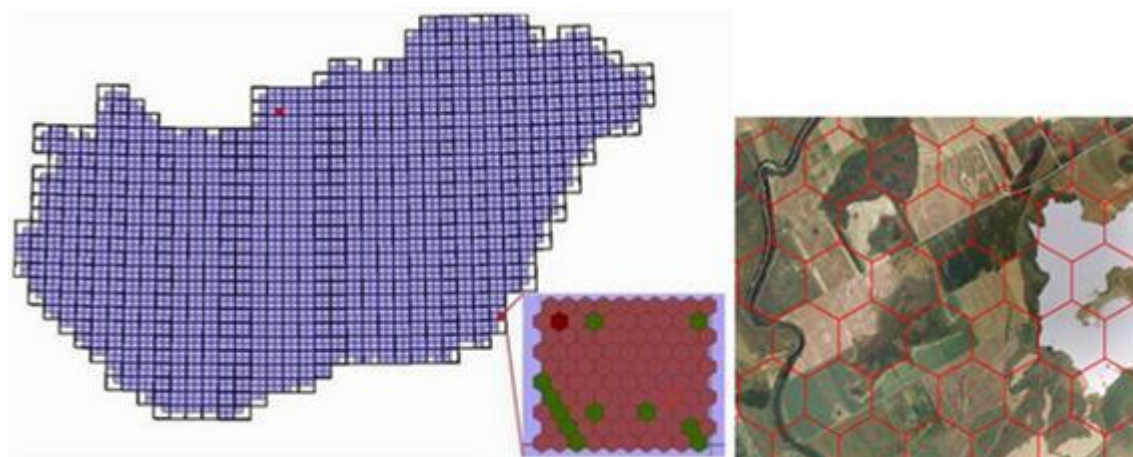
5.6. ábra - Belvízgyakoriság térkép a Dél-Alföldön a belvízi elöntési térképek alapján (Körösparti et al. 2009)



3. 5.3. Ökológiai adattárak

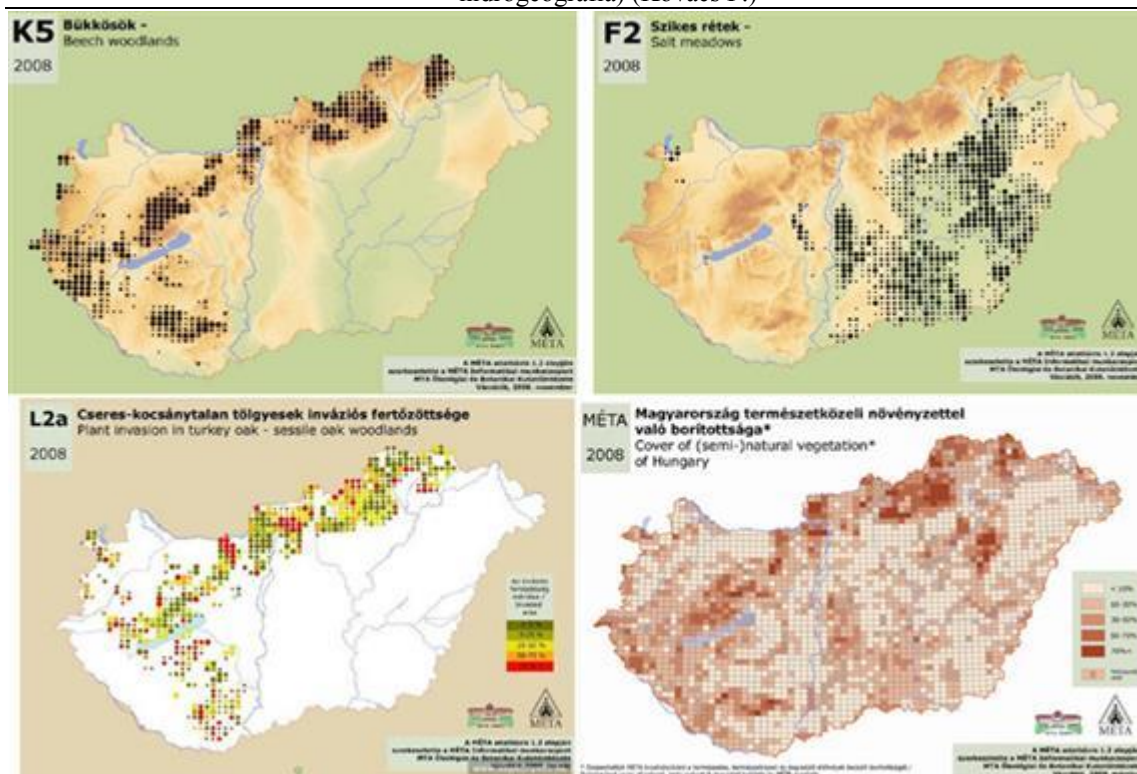
A térinformatikai alkalmazásokat tekintve kiemelhető a **természetközeli növényzet mai állapotának értékelését célul kitűző MÉTA program** (Magyarország Élőhelyeinek Térképi Adatbázisa). Az ország teljes területéről, aktuális (2003–2006) terepi felmérés alapján készült részletes felmérés a természetes és természetközeli gyepekről, mocsarakról, vizes élőhelyekről, őshonos erdőkről, cserjéseket; csak vázlatos dokumentáció a mezőgazdasági területekről, településekről, ültetvényekről. A térképezésnek három térbeli egysége van: a 35 km²-es MÉTA kvadrát, a 35 ha-os MÉTA hatszög és a hatszögön belül az élőhelytípusok állományai (Molnár et al. 2007) (5.7. ábra).

5.7. ábra - MÉTA kvadrátok és hatszögek (MÉTA alapján)



A élőhelytípusok állományainál feltüntetésre kerül a természetközeli élőhelyek kiterjedése a 35 ha százalékos arányában, az élőhely természetességi foka, tájökológiai információk (mintázat, szomszédosság, stb.), valamint a veszélyeztető tényezők (5.8. ábra). A természetes élőhelyre megadott attribútumok mellett hatszögenként megadták a parlagok és inváziós fajok arányát, a legeltetés, kaszálás jelenlétét, ökorégiós értéket, valamint a mai körülmények között legjobb fajokat felsoroló potenciális vegetációs listát. A kvadrátokban rögzítették az egyes élőhelyek altípusait, változatait, az élőhelyeket veszélyeztető inváziós fajokat, az élőhely átjárhatóságát, regenerációs hatékonyságát. A MÉTA program nem ingyenes, de az adatbázis használat többféle lehetőséggel, szakmai együttműködéssel, hozzáféréssel biztosítják.

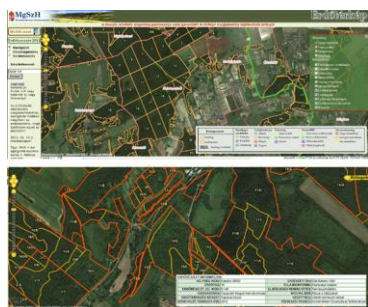
5.8. ábra - MÉTA eredménytérképek (forrás: MÉTA program)



A Természetvédelmi Információs Rendszert az Alkalmazott környezeti információs rendszerek felépítése és bemutatása című fejezetben részletezzük, de ennek egyik fő adatforrása a **Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer** itt külön is kiemelhető. Az egyetlen rendszeres, szabványos módszerekkel végzett adatgyűjtés, amely 1996 óta adatokat szolgáltat az ország élővilágának az állapotáról és változásairól; kézikönyvsorozatként is elérhető⁴.

Az Erdészeti Igazgatóság feladata, hogy az ország erdőterületére erdőleltárt, tíz éves visszatéréssel középtávú gazdálkodási terveket, és ún. körzeti erdőterveket készítsen. Az Országos Erdőállomány Adattár erdőrészt szinten, aktuálisan tartalmazza a nyilvántartott erdők és az erdészeti, közjóléti létesítmények adatait, az erdőkben előírt (engedélyezhető) ill. végrehajtott erdőgazdálkodási tevékenységeket, változásokat. Az Adattárban lévő erdészeti nyilvántartó térkép korlátozott adattartalommal ingyenesen is hozzáférhető (5.9. ábra).

5.9. ábra - Az Erdőtérkép állomány különböző részletességgel (forrás: Erdőtérkép)



Az ökológiai adattárak közé sorolhatjuk a szabad elérhetőségű globális fedettségű műholdkép alapú vegetációs index adatokat, amelyek akár 250 m-es geometriai felbontással, nagy időfelbontásban mutatják a növényzet minőségét az utóbbi egy-két évtizedre vonatkozóan, az Amerikai Geológiai Szolgálat szabad elérésű adatbázisában⁵.

4. Tesztfeladatok

⁴http://www.termeszetvedelem.hu/index.php?pg=menu_594

⁵https://lpdaac.usgs.gov/get_data/data_pool

1. Mely térképeket használhatjuk a hazai területhasználat értékelésére?

- a, Corine Land Cover 100
- b, MÉTA térképek
- c, Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer

2. Melyik műholdképek alapján készült a Corine Land Cover?

- a, IKONOS
- b, LANDSAT TM
- c, IRS

3. A CORINE Land Cover programot alapul véve milyen időtartam felszínfedettsége vizsgálható hazánkban?

- a, 1986 – 2005
- b, 2000 – 2011
- c, 1990 – 2006

4. Az alábbi rövidítések közül melyik nem műholdkép?

- a, LANDSAT,
- b, VMAB
- c, MÉTA
- d, SPOT

5. A CLC100 esetében a legkisebb térképezett objektum minimum mérete 25 ha, míg ugyanez a CLC50 esetében 4 ha.

- a, a mondat igaz,
- b, a mondat hamis,
- c, csak a mondat első fele igaz,

6. Hányféle felszínfedettség különíthető el hazánkban a CLC100 alapján?

- A, 44
- b, 27
- c, 35

7. Mióta készül el éves rendszerességgel a Vízrajzi Évkönyv?

- a, 1785
- b, 1825
- c, 1887
- d, 1912

8. A felsoroltak közül melyik adat szolgáltatására nem alkalmas a VIZIR?

a, a felszín alatti vízszint tanulmányozása

b, havi csapadékösszeg adatok

c, vízállás adatok

d, földtani rétegek mélysége

9, Melyik nem tartozik a MÉTA térképezés 3 egysége közé?

a, 35 ha-os hatszögek,

b, 35 km²-es kvadrátok

c, 35 m²-es cellák

10, Az erdőhatárok térképezése alapján tegye méretarány szerint növekvő sorrendbe az alábbi adatokat.

a, CLC100

b, Országos Erdőállomány Adattár

c, CLC50

d, MÉTA

A megoldások a következő oldalon az Irodalomjegyzék végén találhatók.

5. Irodalomjegyzék

Deák J.; Liebe P. (é.n.) A felszín alatti vizek monitoringja Magyarországon. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium tájékoztatója.

Horváth F.; Korsós Z.; Kovácsné L.E.; Matskási I. (sorozatszerk.) 1997. Nemzeti Biodiverzitás-Monitorozó Rendszer I–XI. kötetei. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest.

Kovács F. 2008. A területhasználat és jelenlegi változásai. In: Rakonczai J. (szerk.) A vízből született táj. Az Arad-Békési-térség természeti értékei. Békés Megyei Önkormányzat. pp.149-158.

Kovács F. 2011. Az alföldi területhasználat és változásainak értékelése. In: Rakonczai J. (szerk.) Környezeti változások és az Alföld. Nagyalföld Alapítvány kötetei 7. Békéscsaba. pp.159-166.

Körösparti J., Bozán Cs., Pásztor L., Kozák P., Kuti L. és Pálfi I. 2009. GIS alapú belvíz-veszélyeztetettség térképezés a Dél-Alföldön. Magyar Hidrológiai Társaság XXVII. Vándorgyűlése, Miskolc. p.14.

Mari L. 2010. Tájváltozás elemzés a CORINE adatbázisok alapján. In: Szilassi P.; Henits L. (szerk.) Tájváltozás értékelési módszerei a XXI. században. Földrajzi Tanulmányok V. Szeged, pp.226-234.

Molnár Zs., Bartha S., Seregélyes T., Illyés E., Tímár G. et al. 2007. A grid-based, satellite-image supported, multi-attributed vegetation mapping method (MÉTA). Folia Geobotanica 42. pp.225-247.

Rakonczai J. 2006. Klímaváltozás-aridifikáció-változó tájak. In: Kiss A.; Mezősi G.; Sümeghy Z. (szerk.) Táj, környezet és társadalom. Tanulmányok Keveiné Bárány Ilona tiszteletére. SZTE ÉTT, SZTE TFGT, Szeged. pp.593-601.

Vízrajzi Évkönyv 2006. CXI. kötet, Vituki, Budapest. p.282.

Internet hivatkozások (utolsó letöltés: 2013.03.24.)

<http://glovis.usgs.gov/>

http://loczy.mfgi.hu/tvz_251020/

https://lpdaac.usgs.gov/get_data/data_pool

<http://okir.kvvm.hu/fevi/>

<http://www.eea.europa.eu/>

<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps>

<http://www.fomi.hu/corine/>

<http://www.google.com/earth/index.html>

<http://www.hydroinfo.hu/> (korlátozott adattartalommal érhető el)

<http://www.novenyzetiterkep.hu>

<http://www.novenyzetiterkep.hu/magyar/node/53>

<http://www.ovf.hu/index.php?mid=262>

http://www.termeszetvedelem.hu/index.php?pg=menu_594

<http://www.vizadat.hu> (jelenleg nem elérhető)

Tesztfeladat megoldások: 1: a; 2: b, c; 3: c; 4: b, c; 5: a; 6: b; 7: c; 8: d; 9: c; 10: b, d, c, a.

6. fejezet - Antropogén erőforrás adatbázisok (épített környezet, településminősítés) (Gyenizse P.)

Az emberiség évszázadok óta használ térbeli adatokat, amelyek elemzése után új információkat kaphat különböző természeti, társadalmi, vagy gazdasági folyamatok működéséről. Korábban papír alapú tematikus térképek segítségével végezték a kisebb-nagyobb területet lefedő elemzéseket, azonban a számítástechnika fejlődésével új eszközökkel bíró tudományterület alakult ki, a térinformatika. Rohanó világunkban egyre nagyobb az igény az adatok és információk gyors előkereshetőségére, ezek automatizált feldolgozhatóságára, illetve új, a döntéshozókat jobban segítő elemzések, modellek elkészíthetőségére. A térinformatikai módszerekkel létrehozott térképek, modellek lehetnek globális, regionális, vagy helyi (települési) szinten elhelyezkedők, melyek közül most a az utóbbiakra koncentrálunk.

alapfogalmak: település, antropogén hatás, adatbázis

kulcsfogalmak: településfejlődés, területfejlesztési adatbázis, természeti adottságok, antropogén hatások, társadalmi igények

1. 6.1. Bevezető gondolatok

A település az emberek által „készített” legösszetettebb képződmény. Tóth József 1981-es definíciója szerint: „a települést egy adott földrajzi környezetben, annak elemeivel intenzív kölcsönhatásban élő gazdasági, társadalmi és műszaki struktúrák rendszereként értelmezzük.” Jelenleg ő adta a település legkomplexebb meghatározását, ugyanis a társadalmi és gazdasági szférák mellett kiemeli a műszaki és a természeti-környezeti szférák fontosságát is.

Ahhoz, hogy egy település (mint rendszer) folyamatosan, zökkenőmentesen működjön, a vezetőknél, döntéshozóknál ismerniük kell a természeti adottságokat, valamint a társadalmi, gazdasági és műszaki szférák által támasztott igényeket, a bennük működő folyamatokat. Ezeknek a folyamatoknak a feltárása az egyes részterületeken dolgozó szakemberek feladata. Ők a vizsgálati eredményeiket hatástanulmányok formájában adják a döntéshozóknak.

Ezek a hatástanulmányok tehát az irányító és döntéshozó szervek munkáján keresztül (közvetett módon) segítséget adnak a település természeti környezetének védelméhez, a társadalmi, gazdasági, műszaki szféra igényeinek ésszerű kiszolgálásához (Gálosi-Kovács B. 2010; Konkoly Gy. É. 2003).

Ezeknek a tanulmányoknak az elkészítéséhez, de több ilyen tanulmány eredményeinek együttes feldolgozásához és a végső döntés előkészítéséhez is kiváló eszközök lehetnek a geoinformatikai programok.

Jelen fejezetben a GIS települési szintű alkalmazási lehetőségeire koncentrálunk az egyszerű ábrázolási lehetőségtől a bonyolultabb minősítő rendszerek alkalmazásáig. Az utóbbi esetben egy példatelepülés lakott területének minősítését három irányból közelítve, azaz három különböző szemlélettel is elvégezzük. Ezek a következők: a települések kialakulását és fejlődését befolyásoló természeti adottságok; az ember környezet átalakító tevékenységének értékelése; a települések területének minősítése a lakosság igénye és véleménye szempontjából.

Megjegyezzük, hogy ennek a tananyagnak nem feladata a GIS programok alapfunkcióinak bemutatása (pl. gombok jelentése, menük használatának bemutatás, egyéb alapfogalmak ismertetése), továbbá a jegyzet más fejezeteiben tárgyalt, amúgy ide is kapcsolódó témák kifejtése (pl. távértékelés, GPS). Feladata viszont, hogy földrajz- és környezettudomány egyes témaköreiben ötleteket adjon minősítési és modellezési témákkal kapcsolatban, valamint áttekintse a témába vágó szakmai háttérismereteket. Mivel a jegyzet első sorban MSc-s hallgatók számára íródott, ezért az egyszerű feladatok után olyanok is sorra kerülnek, amelyek akár alaposabban elvégezve egy diplomamunka alapját is képezhetik.

Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a következőkben ismertetett vizsgálatok többféle geoinformatikai programmal is elvégezhetők, de az összetettebb területminősítések elkészítéséhez raszteres rétegeket használó programok szükségesek.

Az antropogén erőforrás adatbázisok témakörében gyűjtött állami adatok (hatósági adatok) nem teljes körűen publikusak a felhasználók számára. A tananyagban kapcsolt adatbázisok csak az interneten publikált állami alapadatokat és egyes intézmények által publikált kutatási eredmények adatait tartalmazzák.

2. 6.2. Adatbázisok, adatok egyszerű ábrázolása

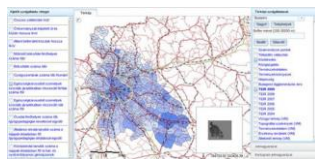
A GIS programok egyszerű funkciói közé tartozik az adatbázisok és a rétegek összekapcsolása és ezek után az adatbázisokban található adatok automatizált, térképszerű megjelenítése. Az így kapott képernyőtérképek, vagy azok nyomtatott változatai szemléletessé teszik egyes környezeti jellemzők térbeli megoszlásában mutatkozó különbségeket, illetve elősegíthetik az azokat felhasználó döntéshozók munkáját.

Természetesen a hétköznapi emberek számára is többet mond általában egy jó térkép, mint több oldalnyi számadat.

Az utóbbi néhány évben egyre népszerűbbé váltak az egyszerű GIS alkalmazások és egyre szélesebb néprétegekhez jutnak el annak legegyszerűbb alkalmazási formái, az Interneten keresztül elérhető fogyasztó-orientált térkép-vizualizációs alkalmazások (pl. Google Earth, a Microsoft Virtual Earth, Yahoo Maps, NASA World Wind, vagy. Via Michelin). Ma milliók használják ezeket a neogeográfusnak nevezett programokat. Sajnos az említett programokat használó emberek többsége úgy gondolja, hogy azok bemutatják a térinformatika összes lehetőségét. Ezért az utóbbi években több olyan eszmefuttatás is megjelent az Interneten, amelyben a hagyományos GIS szakma halálát, illetve a neogeográfus Internetes alkalmazások uralomra kerülését jósolják. Ez túlzásnak tűnik, mert a mindenki számára elérhető Internetes térkép-vizualizációs alkalmazások csak az információk térbeli megjelenítésére és a legegyszerűbb térbeli műveletek elvégzésére alkalmasak, nem lehet bennük összetett elemzéseket végezni. A jövőben igen is szükség lesz a bonyolultabb térbeli problémákat megoldó modellekre és az azokat futtató képzett térinformatikusokra is.

GIS alapú adatmegjelenítéssel a hazai szakmai honlapokon is gyakran találkozunk (pl. <https://teir.vati.hu/>, http://okirteir.vm.gov.hu:8080/okirteir_html/). Az <http://okirteir.vm.gov.hu> az az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer és az Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer összekapcsolása révén valósult meg. A rendszer alkalmas arra, hogy a regionális adatokat egy rendszeren belül dolgozza fel, s így hatékonyan és gyorsan tájékoztassa a társadalom széles körét a környezet állapotáról és annak változásáról egyaránt. A rendszer a beépített megjelenítő funkció révén alkalmas különféle tematikus képernyő- és nyomtatott térképek készítésére. (6.1. ábra - videó)

6.1. ábra - Példa az okirteir.vm.gov.hu használatára - VIDEÓ



A videó az alábbi linkre kattintva indul el.

A geoinformatikai programok önmagukban csak fél lábú óriások. Használatukhoz térképi rétegek és adatok szükségesek. Milyen forrásból juthatunk hozzá ezekhez? A megbízható és elegendő mennyiségű források száma hazánkban igen kevés, és ráadásul csak kisebb részük ingyenes. (Meg kell jegyezni, hogy oktatási, szakdolgozat írási célra számos adatgazda ingyenesen is ad térbeli állományokat, adatokat.)

A térinformatikai munka során ábrázolt terület választott alapegységei a meglévő adatoktól függenek, azaz lehetnek országok, régiók, megyék, települések, vagy városrészek. Az ábrázolt teljes terület lehet az egész Föld, egy ország, megye, járás, vagy egy nagyváros kerületei. A következőkben – a teljesség igénye nélkül – felsorolunk néhány fontosabb adatszolgáltató szervezetet, honlapot, adatforrást. Először inkább a térbeli, majd utána az attribútum adatokra koncentrálunk.

A Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) a magyar kormány földméréssel és térinformatikával foglalkozó államigazgatási szervezete. Tőle vásárolhatók digitális topográfiai térképek, földmérési alaptérképek, magyar

közigazgatási határok állományai, domborzati modell stb. A felsőoktatási intézményekben ezek közül sok rendelkezésre áll a diplomamunkák készítéséhez. Honlap: <http://www.fomi.hu/portal/index.php/termekeink>.

Az OKIR és TeIR rendszerekről már korábban esett szó. Az OKIR a legnagyobb környezeti információs rendszer Magyarországon, a környezet terheléséről és a környezet állapotáról gyűjt össze adatokat. Ezek egy része kikerül a weboldalra. A TEIR bemutatja a demográfiai és társadalmi, valamint a gazdasági folyamatokat és mindezek mellett a környezetünk fizikai jellemzőit, az ember alkotta létesítményeket és a természeti elemeket. Szakági térképeik (számos környezettel kapcsolatos anyag is) elérhető Web Map Service (WMS) segítségével. Honlap: http://okirteir.vm.gov.hu:8080/okirteir_html/, illetve <https://teir.vati.hu/>

A földhivatalokból ingatlan-nyilvántartási (jogi és műszaki, tulajdoni lapok és térképek), földvédelemmel és földminősítéssel, földrendezéssel összefüggő adatok szerezhetők be. Ezek többnyire megvásárolhatók, de oktatási-kutatási célra egyes adatok ingyenesen igényelhetők (alapponthálózatok pontjainak adatai, állami földmérési alaptérképei, ingatlan-nyilvántartási térképek, 1:10.000 méretarányú állami topográfiai térképek, forgalomból kivont állami alapadatok, sajátos célú földmérési és térképészeti tevékenység végzése során előállított adatok, állami alapadatok minősített légifényképekre és távérzékelési adatok, földminősítés során készült térképi és leíró adatok, Földrajzinév-tár adatai). Honlap: <http://www.foldhivatal.hu>.

A HESZIR név a tervezett, illetve elhatározott településrendezési szabályok telkenkénti (helyrajzi számonkénti) nyilvántartására, információs rendszerére utal. E rendszert a VÁTERV95 Kft és a HungaroCAD Kft közös fejlesztésben alakította ki. Akár ingatlan szinten olvashatunk le adatokat pl. Pécs területéről. Honlap: <http://www.heszir2.hu/pecs/html/>.

A nemzetközi OpenStreetMap projektben meglévő adatok letöltése és használata ingyenes és korlátozásoktól mentes. Térképei közvetlenül exportálhatók PNG-be, XML formába, Garmin GPS-ekre. A Merkaartor szerkesztő programból más GIS programok számára is használható formátumba exportálhatók az adatok (<http://merkaartor.be/>). Honlap: <http://www.openstreetmap.org/>.

Timár Gábor honlapja egy igen jó linkgyűjtemény, amiről számos ingyenes térbeli adatot tartalmazó honlapot lehet elérni (műholdfelvételek, domborzati modellek, vektoros adatok stb.). Honlap: <http://sas2.elte.hu/tg/gislinks.htm>.

A MÉTA program (Magyarország Élőhelyeinek Térképi Adatbázisa) általános célkitűzése a hazai természetközeli növényzet mai állapotának pontos megismerése, teljes körű felmérése, természetes növényzeti örökségünk tudományos értékelése. A MÉTA program során több olyan térinformatika állományt hoztak létre, amelyek közérdeklődésre tarthatnak számot és amelyeket szívesen megosztanak más felhasználóinkkal (Magyarország vegetációs tájbeosztása, Magyarország földrajzi kistájbeosztása, MÉTA-hatszögek térinformatikai állományai, MÉTA-kvadrátok térinformatikai állománya, UTM 10x10 km-es hálózat térinformatikai állománya). Honlap: <http://www.novenyzetiterkep.hu/magyar/node/308>.

A VÁTI Nonprofit Kft. a területfejlesztés területén működő, állami tulajdonú, nonprofit kft. Honlapjukon számos területfejlesztéssel és területrendezéssel kapcsolatos anyag érhető el. Megyék fejlesztési koncepciói: <http://www.terport.hu/teruletfejlesztes/megyek/fejlesztési-dokumentumok> Integrált Városfejlesztési Koncepciók: <http://www.terport.hu/telepulesrendezes-fejlesztes/fejlesztési-dokumentumok>.

A Központi Statisztikai Hivatal (KSH) egy szakmailag önálló, de a kormány felügyelete alá tartozó országos szervezet, melynek legfőbb feladatköre az egyes gazdasági és társadalmi adatok gyűjtése, feldolgozása és közzététele. A 2001-es népszámlálás adatai: <http://www.nepszamlalas2001.hu/hun/kotetek/kotetek.html> 2001-es népszámlálás településenkénti adatsorai: <http://www.nepszamlalas2001.hu/hun/kotetek/06/index.html> Honlapján Környezetvédelemmel kapcsolatos kiadványok, adatok is elérhetők: http://www.ksh.hu/apps/shop.lista?p_session_id=172847734656212&p_lang=HU&p_temakor_kod=U A Magyar Köztársaság helységnévkönyve (2010. január 1.): http://www.ksh.hu/docs/hun/hnk/Helysegnevkonyv_adattar_2010.xls

Amennyiben ezek a források nem tartalmazzák a nekünk szükséges térbeli, vagy szakadatokat, akkor érdemes felkeresni az érintett önkormányzatot és a településkörnyezettel foglalkozó helyi cégeket, vállalatokat (vízügy, nemzeti park, környezetvédelmi felügyelőség stb.). Amennyiben az eddig felsorolt másodlagos forrásokból nem jutunk megfelelő adatokhoz, akkor magunknak kell azokat felmérni (elsődleges adatgyűjtés – pl. GPS, kérdőívezés).

2.1. 6.2.1. Feladatok

1. <http://okirteir.vm.gov.hu> használatával készítsünk tematikus térképet, ami bemutatja, hogy 2009-ben mekkora volt a Pest megyei településeken a zöldterületek nagysága (TEIR2009 adatbázisából). Vonjunk le következtetéseket a látottakból!

2. <http://okirteir.vm.gov.hu> használatával készítsünk tematikus térképet, ami együtt ábrázolja az Egészségkárosodott személyek szociális járadékaiban részesülő férfiak (TEIR2009) és a közlekedés nevű rétegeket. Vonjunk le következtetéseket a látottakból! (6.1. ábra)

3. <http://okirteir.vm.gov.hu> használatával készítsünk tematikus térképet, ami együtt ábrázolja a környezetszennyezésre érzékeny területeket, a közlekedési hálózatot és az ipartelepeket! Vonjunk le következtetéseket a látottakból!

4. Gépeljük be a KSH honlapjáról Tolna megye településin a lakások és lakott üdülők számát, valamint azokon a hálózati vízvezetékkel, illetve közcsonnával rendelkező lakások és lakott üdülők számát.

a. Számoljuk ki a vezetékes vízzel ellátott lakások és lakott üdülők arányát Tolna megyében, valamint készítsünk egy tematikus térképi réteget az adatok felhasználásával, megfelelően illeszkedő színskálát kidolgozva, a rendelkezésre álló, vagy digitalizált közigazgatási határos alaptérkép felhasználásával.

b. Számoljuk ki a közcsonnával ellátott lakások és lakott üdülők arányát Tolna megyében, valamint készítsünk egy tematikus térképi réteget az adatok felhasználásával, megfelelően illeszkedő színskálát kidolgozva, a rendelkezésre álló, vagy digitalizált közigazgatási határos alaptérkép felhasználásával.

c. Számoljuk ki a közműolló arányát Tolna megyében, valamint készítsünk egy tematikus térképi réteget az adatok felhasználásával, megfelelően illeszkedő színskálát kidolgozva, a rendelkezésre álló, vagy digitalizált közigazgatási határos alaptérkép felhasználásával.

3. 6.3. A településfejlődést befolyásoló természeti adottságok és azok értékelése

A települések helyválasztása, élete, fejlődése, terjeszkedése, vagy éppen stagnálása és elhalása sok esetben még napjainkban is jelentős mértékben függ a természeti adottságoktól. A természeti környezet időben stabil és instabil tényezők integrált egysége. Ezek térbeli feltárásának, térképen való ábrázolásának nagy a jelentősége. A geológiai felépítés, a talaj, a valamint a domborzat orográfiai sajátosságai, egy adott mikrorégióban emberi léptékkel számolva stabilnak tekinthetők. A klimatikus, hidrológiai és növényzeti viszonyok azonban már évszaktól is módosulnak. Ezen instabil tényezőknek az ismerete sok esetben még fontosabbak, ugyanis hatásmechanizmusuk a települések életére sokkal összetettebb.

A komplex természeti környezeti viszonyok alapos ismerete és településtervezési célú értékelése legfőképpen város esztétikai, környezetvédelmi és műszaki kérdések megoldásában, valamint a különböző létesítmények optimális térbeli elhelyezésében nyújt jól felhasználható információkat, de nem hanyagolhatók el a higiéniai és a településszociológiai vonatkozásai sem.

A települések fizikai kapcsolatban vannak a természeti környezetükkel, ami a fekvés tényéből következik. A szakirodalomban ennek két fajtáját szokás megkülönböztetni, a topográfiai és a forgalmi fekvést. Ezekkel már régóta foglalkoznak a geográfusok, de sokáig nem határolták el őket egymástól. Az „Ortslage” és a „Verkehrslage” fogalma először Friedrich Ratzelnek a nagyvárosok fekvéséről szóló 1903-as művében bukkan fel (Ratzel 1903). A magyarul topográfiai fekvésnek nevezett fogalom annak térszínnek a sajátosságait jelenti, amelyen a település helyet foglal, és amelynek javait közvetlen munkájával kihasználja. A forgalmi fekvés azt fejezi ki, hogy miféle sajátosságok szabják meg a település elérhetőségét más településekről, vagy tájakról. Ha a topográfiai fekvésből, vagy a forgalmi fekvésből származó előnyöket, vagy hátrányokat kezdjük vizsgálni, akkor Cholnoky Jenő elnevezésével élve már helyi és helyzeti energiákról beszélünk. Ha egy település pl. ármentes térszínen fekszik, az a topográfiai fekvésnek egy ténye, de egyben pozitív helyi energia is, mert előnyös arra a településre nézve (Mendöl 1963).

A fentieket továbbgondolva könnyen arra a következtetésre juthatunk, hogy a helyi- és helyzeti energiák sok esetben kisebb léptékben is változnak, azaz érdemes megvizsgálni egyes nagyobb területű településeken belül is azok változó mértékű érvényesülését. A később ismertetésre kerülő geoinformatikai alkalmazási példák is ebből a szemléletből indulnak ki.

A helyi és helyzeti energiáknak számos, a fejlődést elősegítő típusát különböztetjük meg. Problémát okoz azonban, hogy a társadalmi fejlettség különböző fokán más és más tényező lehet előnyös, vagy hátrányos, illetve ugyanazon szintjén belül is a település szerepköre szerint lehet előnyös, közömbös, vagy esetleg hátrányos. Például a településfejlődés bizonyos szintjén az olyan pontok helyi energiája nő meg jelentősen, amelyről sokféle termelőtevékenység folytatható. Később a területi munkamegosztás erősödésével egyes korábbi előnyök semlegessé, vagy éppen hátrányokká válnak.

A helyi energiák tehát minden esetben kapcsolatban állnak a természeti környezet bizonyos, a település számára előnyös (vagy hátrányos) adottságával.

A helyzeti energia a forgalmi fekvés valamely előnyét jelenti, a forgalmi fekvésben pedig valamely település más településekről való elérhetőségének jegyei összegződnek. A helyzeti energia mindig csak egy bizonyos minőséget jelent, de sohasem mennyiségi tényező. Az, hogy az általa segített város mekkora lesz, az elsősorban attól függ, hogy mekkora az a vidék, ami a várost „növelte”. A helyzeti energiákban közvetlenül gazdaságföldrajzi tények összegződnek, természeti földrajzi tények pedig csak közvetve, az előbbieken keresztül jutnak szóhoz. A helyi energiáktól eltérően a most tárgyalt energiák nem annyira koncentrálódnak egy földrajzi pontra (kis területre), inkább nagy foltokban, sávokban érvényesülnek, melyeken belül sokszor egy kedvező helyi energiával is ellátott hely rögzíti a központi települést. A helyzeti energiáknak két típusa különböztethető meg: helyzeti energiák közvetlenül felismerhető természeti földrajzi alappal, illetve ilyen alap nélkül.

A települések, kistérségek fejlesztéséért felelős személyeknek ma is ismerniük kell a közvetlen környezetükben érvényesülő helyi és helyzeti energiákat, ugyanis ezek nélkül megfelelő fejlesztési koncepciót, jövőképet kidolgozni nem lehet. A természeti adottságokból származó erősebb és gyengébb energiákat a vonzerőleltárban fel kell sorolni, a településfejlesztési tervekbe be kell építeni.

A településeket fellendítő, vagy elsorvasztó „földrajzi energiáknál” a hétköznapi szemlélő számára is sokkal szemléletesebben jelentkeznek a természeti környezet kézzel fogható gazdálkodást, építkezéseket befolyásoló jelenségei, úgy mint a domborzat, a vízrajz, vagy a klíma (voltaképpen helyi energiák). Ezek hatása lehet direkt és indirekt, amelyeket figyelembe kell venni a településtervezésnél. A különböző alakú és kiterjedésű felszínformák hatása legtöbbször indirekt, azaz csak a az általuk befolyásolt klimatikus, illetve hidrológiai folyamatokon keresztül érvényesülnek (Lovász 1982).

A domborzathoz köthető direkt hatások egyik csoportja a városesztétikai, lélektani, illetve egészségügyi jellegű. A domb-, vagy hegyhátak, gerincek, hegylábtelepek lejtőinek és tetőfelszíneinek, illetve az ide épített létesítményeknek nagy szerepük van a településképző kialakításában. De ez visszafelé is érvényesül, azaz a magasabban fekvő épületekből jobb kilátás, a panoráma, ami jelentős pozitív lélektani hatással is bír. A pozitív formakincs részét képezik a környezetük fölé emelkedő és kis lejtésű fennsíkok is. Általában a települések terjeszkedésük során viszonylag későn „foglalják el”, így a forgalmas, zajos városcentrumoktól többnyire távol esnek. Sajátos egészségügyi funkciójuk is van ezeknek a pozitív morfológiai formáknak. Nagyvárosainkban a szélcsendes őszi, téli napokon gyakori a kellemetlen szmog és a felszín felett alig néhány tíz méter vastagságú köd. A völgytalpak fölé emelkedő hátakon és gerinceken a szmog és a köd lényegesen ritkábban fordul elő. A helyzet annál kedvezőbb, minél nagyobb a relatív magasságkülönbség. Ebből a szempontból tehát ezek a formák olyan létesítmények, intézmények elhelyezésekor részesíthetők előnyben, amelyeknél különös fontossága van a szmog-, illetve ködmentességnek és az őszi-téli időszakban is jelentősebb napfénygazdagságnak.

A hátakat övező meredekebb lejtők azonban negatív hatással is bírhatnak, ugyanis speciális geológiai felépítés esetén mozognak, enyhébb esetben csuszamlás-veszélyesek. Ez a természeti folyamat sok esetben műszaki szempontból behatároló, illetve költségnövelő tényező. Az utóbbi években a részben hegyoldalra épült városaikban szinte divattá vált, hogy sűrűn beépítik a városra néző oldalakat vállalva ezzel a többletköltségeket és a kockázatokat is.

A negatív domborzati formákat a különböző szélességű és keresztmetszetű völgyek képviselik. A bennük kialakuló komplex természeti környezeti adottságok sok tekintetben kedvezőbbek, mint a meredekebb hegy-, vagy domboldalak lehetőségei, azonban sok esetben eléggé behatárolják a városépítési lehetőségeket. A már többször említett szmog- és ködképződés jellemző területeit képviselik a széles tál alakú völgyek. Ezek a kellemetlen hatások csak akkor mérséklődnek, ha közelben hegység van, ahonnan kiinduló hegyi szél kisöpri a „megfáradt” légtömegeket. Továbbá a környező magasabb területek vízgyűjtői ezek, így a völgytalp gyakran vizenyős, mocsaras, sőt bizonyos esetekben még árvízveszélyes is lehet. A legalacsonyabb pontokon nagy veszélyt jelent az épületek felvizesedése, ami csak jelentős többletköltséggel szüntethető meg. A magas

talajvízzel (belvízzel) rendelkező területeken álló épületek mikroklímája is sokszor egészségtelen, lakófunkciójuk korlátozott, ezek a térszínek általában csak ipari létesítmények kialakítására alkalmasak. A széles völgyek esetében azonban gyakran megfigyelhető egy jelentősebb völgyperemi sáv, amely építkezésre a legalkalmasabb terület, mivel mind a völgytalp, mind a meredek lejtő negatív hatásaitól mentes.

A síksági területeken a fent jellemzett pozitív és negatív makrodomborzati formák természetesen nem érvényesítik hatásait. Ezzel szemben rendkívül fölerősödik a néhány méter tszf. magasságkülönbségekkel jellemezhető mikrodomborzat, valamint a vízrajzi adottságok hatása. A folyók mentén élő emberek a történelem során pontosan ismerték a mocsaras, csak legeltetésre; a magasabb, már szántóföldi művelésre; és a mindig ármentes, állandó letelepedésre is alkalmas felszíneket.

A természetben minden domborzati forma lejtőkkel különül el egymástól. Ezek hajlásának, tájolásának, hosszának és alakjának vizsgálata a településfejlesztés szempontjából elengedhetetlen. Ez a völgyhálózattal és a geológiai adottságokkal együtt jelentős mértékben figyelembe veendő a beépítésre, vagy rekonstrukcióra váró területek úthálózatának tervezésekor is. A szintvonal futását minél jobban megközelítő úthálózat-vezetés nagymértékben csökkentheti a gépkocsik, buszok stb. menet közbeni megterhelését, és ezzel együtt a településkörnyezet zaj-, rezgés-, és levegőszennyezettségét is.

A lejtők meredekségétől, kitettségétől és hosszától függően jelentős pozitív, vagy éppen negatív helyi anomália alakulhat ki a makrotér átlagos klímaviszonyaihoz képest. A dél felé forduló lejtőkön nagyobb a besugárzás és a sugárzasi egyenleg, mint a vízszintes, vagy az északias oldalakon. Ez azonos tszf. magasság esetén is számottevő hőmérsékleti különbséget eredményez, elsősorban a talaj felszínén és legfelső rétegeiben. Az expozíciós hatás legszemléletesebben a hegyvidéki növényzet elterjedésének különbségében mutatkozik meg. Természetesen ezek a hatások nem csak a növényzetet, hanem a véglegesen letelepedett embereket is érintik. Péczely Gy. számításai szerint – éves tekintetben – egy 10°-os É-i lejtő 26%-kal kevesebb közvetlen sugárzást kap, mint a D-i kitettségű, azonos meredekségű párja (a 47,5° szélességi körön). Ez a különbség 66%-ra nő a 25°-os, és 86%-ra a 45°-os lejtők esetén (Péczely 1979). Természetesen kapcsolat van egy terület helyi klímája és a különböző tájolású ún. lakásklimák között. Pl. a D-i lejtő É-i tájolású lakása (lakóhelysége) nem olyan hideg és szeles, mint amilyen ugyanaz lenne egy É-i lejtőn. A helyi klimatikus jelleg szerepet játszhat egyes intézmények optimális elhelyezésében is. Ilyenek pl. a sportlétesítmények, amelyek esetében a hűvösebb, napfényben szegényebb É-i, ÉNy-i tájolású lejtők részesítendőek előnyben a délies kitettségekkel szemben. Ebben az esetben tehát a hűvösebb mikroklíma, valamint a gyakoribb és intenzívebb átszellőzés a funkcióból adódóan nem negatív, hanem pozitív adottságként értékelendő.

A domborzat nagymértékben befolyásolja a mikrotér napfényellátottságát is. Minél nagyobbak a szintkülönbségek, annál jelentősebb az ún. konstans árnyékoló hatás. Különösen figyelemre méltó ez olyan területeken, ahol a völgyek a Nap járására merőlegesen, É-D-i irányban futnak. A benapozást tehát nem csak a szomszédos épületek, hanem a domborzat is meghatározza. A minél nagyobb benapozásnak munka- és pihenéslélektani hatása van. A munkapszichológia régóta ismeri a délelőtti és kora délutáni napfényes munkahely teljesítmény növelő hatását. A munkaerő naponkénti regenerálódását viszont a kellemesen meleg és napfényes kora-, illetve késődélutáni klimatikus viszonyok segítik elő (Lovász 1989).

A fent leírtakból kitűnik, hogy egy terület lakhatósága elsősorban a domborzati és vízrajzi viszonyoktól függ. Ezek direkt, de még inkább az indirekt hatásaikkal (pl. mikroklíma) befolyásolják egy lakóterület értékét.

A következőkben egy egyszerű minősítő módszert mutatunk be Pécs város példáján. Ebben a relatív értékeket használó modellben a könnyen előállítható lejtőmeredekségi, lejtőkitettségű és a vízrajzi adatokat használjuk fel. A relatív értékelésnél az elődeink által már felismert összefüggéseket használjuk, de mértékegység nélkül, mert az esetek többségében nincsenek egzakt, mért adataink. (Ha van is adatunk, az általában kisszámú, pontszerű mérés, amelyeket nehéz helyesen extrapolálni egy nagyobb területre.) Az így elkészített modell tehát igen egyszerű, számos megszorítást tartalmaz, de végeredményben információt szolgáltat egy településen belül a kedvezőbb és kedvezőtlenebb beépíthető, lakható területekről. A modell elkészíthető bármely más dombsági, vagy hegységi településre is az alábbi ismertetett lépések követésével.

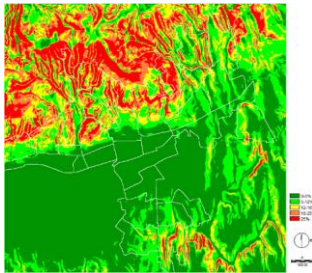
3.1. 6.3.1. Feladat

3.1.1. 6.3.1.1. A minősítés lépései

- Amennyiben a topográfiai térkép papír alapú, akkor legalább 300 dpi felbontással szkenneljük be, majd importáljuk az elemzéshez használt geoinformatikai programba, ahol georeferáljuk.

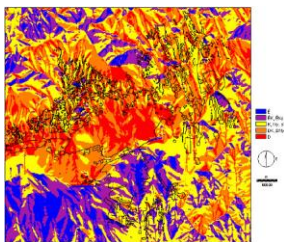
- A georeferált térképünkről digitalizáljuk a szintvonalakat.
- A szintvonalakból digitális domborzatmodellt hozunk létre.
- A domborzatmodellből lejtőkitettségi és lejtőmeredekségi réteget hozunk létre.
- Kialakítjuk a domborzati modell derivátumaiból a relatív pontszámokat. Készítsük el először a domborzati modellből a lejtőmeredekséget mutató réteget (mértékegység legyen %). A következőkben soroljuk át a magyar mezőgazdaságban régóta használatos kategóriákba a képelemeket: 25% fölött=1; 18-25%=2, 12-18%=3, 5-12%=4, 0-5%=5. Ezek a kategóriák elsősorban a különböző földművelési módszerek számára használható területekről adnak információt (lehet-e géppel művelni, vagy sem), de ezek az értékek minden bizonnyal hasonlóképpen érvényesülnek a településterjeszkedést meghatározó tényezők esetében is (6.2. ábra).

6.2. ábra - Pécs és környékének lejtőkategória térképe (a fehér vonalak a városrészek határát mutatják)



- Készítsük el a lejtőkitettséget mutató réteget is! A kitettségi térkép pixelei 0° és 360° közötti azimut értékeket vesznek fel (jelen esetben 0° és 360° is északnak felel meg). Mivel ez a koordináta érték ilyen formában nem használható településkörnyezet minősítésre, ezért újra kell osztályozni. A különböző fő- és mellékégtájak mikroklimájuknak megfelelően északról dél felé növekvő (1-5) értékeket kapnak. Mivel a levegő hőmérséklete kissé késve követi Nap járását, ezért a meredekebb lejtőkön az égtájak határait 22,5 fokkal elforgatjuk az óramutató járásának megfelelően. A relatív pontszámok így az alábbiak szerint alakulnak 0°-45°=1, 45°-90°=2, 90°-135°=3, 135°-180°=4, 180°-225°=5, 225°-270°=4, 270°-315°=3, 315°-360°=2. A vízszintes, vagy ahhoz közeli lejtésű (0-2%) területeknél kevés értelme van a kitettséggel számolni, ezeket a területeket válogassuk külön rétegre a korábban elkészített lejtőkategória térképről. Adjunk ezeknek a területeknek átlagos, azaz 3-as értéket és „olvasszuk bele” a kitettséget mutató rétegbe. (Ez például a következőképpen is történhet: átosztályozzuk a 0-2%-os területeket nulla értékre, a többi pixelt 1-re, majd összeszorozzuk ezt a réteget a lejtőkitettségi osztályokat mutató réteggel, végül a nulla értékű pixeleket átosztályozzuk 3-ra.) (6.3. ábra)

6.3. ábra - Pécs és környékének lejtőkitettségi térképe (a fekete vonalak a beépített terület határát mutatják)

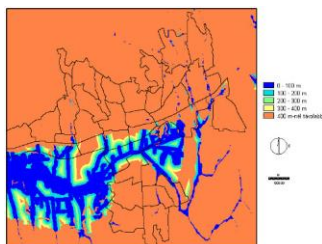


- A harmadik tényező kialakításához a georeferált térképünkről digitalizáljuk a jelentősebb vízfolyásokat és állóvizeket (ezeket egyetlen rétegre raszterizáljuk). Majd állítsunk elő egy pufferzóna réteget, amin a víztől mért távolsággal nő a pontszám 1 és 5 között. A pufferzóna szélessége a vizsgált vízfolyások és település nagyságától, valamint a domborzattól is függ. Pécs esetében mi 100 méter széles zónákat találtunk használhatónak a medencejelleg miatt: 0-100m=1, 100-200m=2, a 200-300m=3, 300-400m=4, a 400 méternél nagyobb víztávolságú képelemek pedig 5-ös értéket kaptak.

Csak hogy az így kapott rétegen olyan területeket is találhatunk, ahol minden bizonnyal jelentéktelen a közeli víz negatív hatása, mert jelentősen magasabban fekszenek annál. Így használjuk ismét az eredeti lejtőmeredekség térképről leválogatott, 2 %-nál kisebb lejtésű területeket. Valószínűsíthetően ugyanis a felszíni vizek közelében

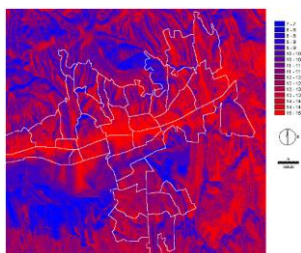
fekvő, kislejtésű a területek azok, ahol a felszíni vizek hatására megemelt talajvíz, a belvív, vagy az esetlegesen jelentkező áradás elérhet, így kárt okozhat a lakókörnyezetben. A rétegünkön azonban számos olyan 2%-nál kisebb lejtésű területfolt terület is szerepel, melyek nem közvetlenül a vízfolyások és tavak mellett fekszenek. Ezeket töröljük le a rétegről (pl. vektorossá alakítjuk az említett réteget, majd a vizeket mutató réteget is ráfektetjük, majd kitöröljük azokat a poligonokat, amelyekhez nem érnek hozzá patakok, tavak). A 2%-nál kisebb lejtésű területeknek 1-es, a meredekebbeknek 0 értéket adunk, majd a kapott réteget összeszorozzuk a pufferrónákat mutató réteggel. Így megkaptuk a környezetminőséghez felhasználható eredményréteget, amin a 2 %-nál kisebb lejtésű, vízközei területek a távolságtól függően kapnak pontszámot. A 2 %-nál meredekebb lejtőknek a legmagasabb (5-ös) pontszámot adjuk. (6.4. ábra).

6.4. ábra - Víz távolságtól függő pontozás 2 % alatti lejtésű területeken (a 2 %-nál meredekebb lejtők a legmagasabb kategóriába tartoznak)



- A település-terjeszkedési szempontú, természeti adottságokon nyugvó, relatív súlyozású környezetminősítő térkép létrehozásához összeadjuk a lejtőkitettségi, a lejtőmeredekségi és a víz távolságot mutató rétegeket. Az így kapott eredményrétegen a képelemek maximum 15 pontot kaphattak (6.5. ábra).

6.5. ábra - Pécs település-terjeszkedési szempontú, természeti adottságokon nyugvó, relatív súlyozású környezetminősítő térképe (a jelmagyarázatban a relatív pontszámok szerepelnek)



- Vonjunk le következtetéseket az eredményréteg alapján!

A mintafeladatban szereplő Pécs meglehetősen egyszerű minősítő módszerrel kapott környezetminősítő térképét szemlélve egyértelműen látszik, hogy őseink nem véletlenül telepedtek meg a Mecsek hegylábi területén. A minősítő térképen a térkép közepén fekvő belváros és a környező területek képviselik a legnagyobb kiterjedésű, legmagasabb pontszámokkal jellemzett részt. A későbbi korok terjeszkedési irányait pedig jól magyarázza a belvárostól keletre és nyugatra, a hegylábi területeken húzódó, igen magas pontszámokkal jellemzett, többé-kevésbé összefüggő sáv.

4. 6.4. Antropogén hatások a városok természeti környezetére

Az emberiség nagyobb része ma már városokban lakik, egyre távolabb kerülve a természettől. Általában elmondható, hogy a települések a legkomplexxebb emberi képződmények, amelyek területe – lakosságszámtól és a gazdaság helyzetétől függően – a legnagyobb környezet-átalakítási tevékenységeknek is a színhelyei. A környezetátalakítás, tisztítás mértéke természetesen egy külszíni bányászat által kopárrá tett területen nagyobb, de a Föld felületének egészét nézve a települések jóval nagyobb részarányt képviselnek, mint a bányák. Arról nem is szólva, hogy a legtöbb helyen a kettő egymás közvetlen közelében fekszik (bányavárosok). Ilyen város a példafeladatban szereplő Pécs is, ahol a bányászat által érintett felszín közvetlenül a lakott terület szomszédságában fekszenek, sőt be is nyúlnak a város lakóterületére.

Az emberi tevékenységgel való kapcsolat szempontjából a jelenlegi geofolyamatokat a három csoportra oszthatjuk. Az első típusra az emberi tevékenység nincs hatással, így tisztán természeti folyamatoknak és jelenségeknek tekinthetők. A második csoportba azon természeti-antropogén folyamatok sorolhatók, amelyek az emberi tevékenység következtében mennyiségi és minőségi változáson ment keresztül. És végül antropogén folyamatoknak tekinthetők azok, amelyek teljes egészében az ember gazdasági-műszaki-építő tevékenységével állnak közvetlen összefüggésben. Az antropogén folyamatok magától értetődő módon elsősorban a települések környezetében erősödnek fel, hiszen a legtöbb emberi beavatkozásra is itt kerül sor (Pécsi 1971).

Az eddigi megfigyelések szerint az antropogén folyamatok a természetestől főleg abban különböznek, hogy az antropogén folyamatok a társadalom gazdasági-műszaki tevékenységének az eredményei. Ezek tehát nem spontán, hanem az ember tudatos tevékenysége eredményeképpen lépnek fel, melyet azonban nemkívánatos másodlagos jelenségek is kísérhetnek. Ezek egy részének fellépését nem tudják kiküszöbölni. Lényeges tulajdonsága az antropogén felszínalakító folyamatoknak az, hogy sebességük gyorsabb és intenzívebben zajlanak, mint a természetes folyamatok. E folyamatok révén az ember tevékenységi környezete a korábbi természetes állapothoz képest különböző mértékben megváltozik, módosul, de ezen folyamatokat az ember jobban irányíthatja mint a természeteseket.

A városok, különösen a városok működésének a természeti környezetre gyakorolt hatásaival már azért is foglalkozni kell, mert - mintegy visszahatásként - a megváltozott természeti tényezők károsan befolyásolhatja a változást eredendően okozó városi környezetet.

A városi települések fejlődésének három szakaszát szokás elkülöníteni (Nir 1983 – idézi: Rózsa 2004), és az egyes fejlettségi-fejlődési stádiumokban a települések fentebb említett környezeti hatásai természetesen eltérő módon és intenzitással jelentkeznek. E szakaszok a következők:

- a preurbán állapotból a korai városi állapotba való átmenet, az úgynevezett „városiasodást” szakasz;
- a korai városi állapotból a középső városi állapotba történő átmenet, az úgynevezett „építési” periódus;
- a középső városi állapotból a késői állapotba történő átmenet, vagyis a „fejlett városi” szakasz.

E szakaszok egy adott város fejlődésében és az urbanizáció folyamatában is kimutathatók. Utóbbi esetben ezen periódusok természetesen egy adott ország vagy térség városfejlődésének általánosan jellemző, uralkodó jelenségeként foghatók föl, hiszen a „fejlett” városok mellett megtalálhatók az éppen intenzíven épülő vagy „csupán” városiasodó települések is.

A „városiasodási” szakaszban, azaz a korai városi állapotba történő átmenet idején még uralkodó a mezőgazdasági földhasznosítás, s kezdetben a táj is rurális jellegű. Jellemző a viszonylag alacsony beépítettség és a település vezetékes vízellátása, illetve csatornázottsága is alacsony fokú. A növekvő gazdasági tevékenység folytán megindul, majd egyre kiterjedtebb a növényzet (különösen a fás növényzet) pusztítása. A vegetáció kiirtása miatt megváltozik, összességében megnő az evapotranszpiráció (azaz a felszíni párolgás és a növényzet párologtatásának összege), a felszíni lefolyás, és a vízfolyásokban a lerakódott hordalék mennyisége. Mindazonáltal a település topográfiájának, valamint hidrográfiai és hidrológiai rendszerének átalakítása még korlátozott mértékű és az építési tevékenység a tágabb környezetre nem gyakorol komolyabb káros befolyást. (Rózsa.2004).

Az „építési” periódusban a jelentős építkezések miatt a terület fokozottan ki van téve az éghajlati hatásoknak. Ebben a szakaszban egyszerre van jelen a talaj eltávolítása, a házépítés, az utak burkolása, a vezetékes hálózatok kiépítése. Az építési területeken igen jelentős az erózió, ugyanakkor számos kisebb élő vízfolyást tüntetnek el. A zöldterület további csökkenésével párhuzamosan megnő a burkolattal ellátott felszín területe, viszont az új csatornarendszer még nincs teljesen kialakítva. Emiatt csökken a beszivárgás, s az adott településeken megnőhet az árvízveszély. Jellemzően fogva ebben a szakaszban jelentős lehet a környezetszennyezés is (építési törmelék, megnövekedett teherforgalom, növekvő népesség, stb.), azonban a károkozás mértékének határt szab az „építési” periódus korlátozott időtartama.

A „fejlett városi” szakaszban a városok növekedése lelassul, a lakosságszám egyes esetekben stagnál, sőt csökkenhet is. Az épületállomány két, egymással összefüggő, ám mégis elkülönülő folyamat, nevezetesen a városbővítés és a városfelújítás révén fejlődik, melyek többnyire időbeli csúszással követik egymást. Ez azt jelenti, hogy bár az építkezés kevésbé intenzív, mint az előző szakaszban, kisebb vagy nagyobb mérvű építési tevékenység gyakorlatilag megszakítás nélkül folyik. Emellett pusztán a város üzemeltetése is jelentős környezetterheléssel jár.

Természetesen a „fejlett” városok és közülük is a nagyvárosok környezeti hatásai a legszámottevőbbek, melyek a környezet abiotikus és biotikus tényezőire egyaránt kiterjednek. E környezetmódosító hatások a következők:

- a természetes talajtakaró, valamint növény- és állatvilág részleges vagy teljes eltüntetése;
- az eredeti morfológia módosítása;
- a természetes hidrográfiai és hidrológiai rendszer alapvető megváltoztatása;
- a felszíni és felszín alatti vizek, a talaj, valamint a levegő szennyezése, illetve terhelése;
- a mikro- és mezoklimatikus viszonyok megváltoztatása.

Az európai és ezzel együtt a magyar városfejlődés, nem utolsó sorban a kontinens népességének stagnálása (egyes országokban csökkenése) miatt, ma ebben a szakaszban van (Rózsa P. 2004).

A települések területén és közvetlen környezetében lezajló folyamatok is lehetnek célpontjai a tájökológiai és a geoökológiai vizsgálatoknak. Ezek részletes ismertetése meghaladja ennek a fejezetnek a kereteit, így aki a következőkben ismertetett egyszerűbb értékelési rendszernél összetettebb, bonyolultabb minősítési eljárást szeretne kidolgozni, annak ajánljuk az irodalomjegyzékben szereplő műveket elolvasásra (Csorba 1989; Csorba 1997a, 1997b; Erdősi 1987; Kertész 2003; Kertész; Márkus 1989; Lóczy 2002; Mezősi 1982; Mezősi 2007; Mezősi; Rakonczai 1997; Mezősi; Szatmári 1995).

A következőkben ismertetett relatív minősítési módszerben felhasználandó alapadatok beszerzése nem igényel bonyolult műszerekkel végzett sok évig tartó monitoringozást. Olyan adatokra van hozzá szükségünk, amelyek szakirodalomból kikereshetők, illetve térképről, vagy Google Earth-ről leolvashatók, esetleg turista GPS-el felmérhetők. Nem szándékozzuk bevonni a feladatba pl. a talajtani és városklíma adatokat.

4.1. 6.4.1. Feladat

Készítsük el egy szabadon választott, Magyarországon fekvő város lakott területének (és közvetlen környékének) környezeti átalakításokat mutató, relatív minősítését. Gyűjtsük össze másodlagos, vagy ha szükséges elsődleges módszerekkel a szükséges adatokat, dolgozzunk ki pontszámrendszert, majd egy választott geoinformatikai programmal összesítsük azokat. Felhasználandó adatok: analóg, vagy digitális topográfiai térkép (1:10 000), műholdfelvétel, terepbejáráson felvett térbeli adatok és feljegyzések, településtörténeti szakirodalom.

4.1.1. 6.4.1.1. A minősítés lépései

- Gyűjtsük össze a szakirodalom feldolgozásával azokat az antropogén hatásokat, amelyek az elmúlt évszázadokban jelentős morfológiai-, vízrajzi- és növényborítottság-változást eredményeztek a településen (6.6. ábra - VIDEÓ).

6.6. ábra - Néhány felvétel, amin jól megfigyelhető a talaj leburkolása, a domborzat és a vízrajz átalakítása, kivájás és feltöltés - VIDEÓ



A videó az alábbi linkre kattintva indul el.

- Írjuk be a hatásokat, azok helyszínét, kiterjedését és az általuk eredményezett változásokat egy, a 6.7. ábrához hasonló keretrendszerbe. A helyi viszonyok ismeretében adjunk pontszámokat az antropogén hatásoknak. 1 legyen a gyenge (pl. természetjárás), és 5 legyen a nagyon erős (pl. külszíni bánya) környezet-átalakító hatás.

6.7. ábra - A társadalmi hatások típusai Pécs közigazgatási területén (Lóczy; Gyenizse 2010 alapján, módosítva)

Antropogén erőforrás adatbázisok
(épített környezet,
településminősítés) (Gyenisz P.)

Társadalmi tevékenység	Főbb társadalmi hatások...		A hatás szintere, helyszíne	Domborzati változások	Változások az egész tájban
	...a természeti környezetre	...mértéke (1-5)			
Beépítés	A felszín leburkolása	3 - 5	Belváros, sűrűn beépített terület	Megváltozott lefolyás/beszivárgási viszonyok	Várostalaj kialakítás, extrém mikroklima
	Terepfeltöltés	3 - 4	Belváros, sűrűn beépített terület	Megemelt, laza, zavart felszín	Várostalaj kialakítása
	Nagyobb teraszok	4	Belváros, sűrűn beépített terület, iparterület, kereskedelmi zóna	Megnövekedett relief, felszín instabilitás, megváltozott lefolyási irányok	Látványérték károsítása, megváltozott mikroklima
Ipar és bányászat	Külszíni fejtés gödrei	5	Bányaterület	Korábbi hatások eltörlése, felszín instabilitás	Nagy tájsebek, bányató kialakulása, megváltozott mikroklima
	Tárnák és vágatok	2 - 3	Bányaterület	Felszín bestüllyedése	Megváltozott vízhalózati
	Meddőhányók	5	Bányaterület	Természetellenes lejtőformák, felszín instabilitás, erózió növekedése	Felszín kiszáradás, megváltozott mikroklima
	Ipari telek	4	Iparterület	Felszín egyengetés, leburkolás	Lég-, víz- és talajszennyezés, növényzet elpusztítása, megváltozott mikroklima
	Izaptározás	5	Hőerőmű zagyártározója	Feltöltés, lefolyási viszonyok változása	Porvihar veszély
Szállítás	Utak nagyobb bevágásai és feltöltései	4	Beépített és városon kívüli terület	Felszín leburkolása, domborzat átalakítása, új lefolyási pályák, vízmosások	Táj feldarabolása
Mezőgazdaság	Mezőgazdasági teraszok	4	Szőlőhegy (régén, ma), családi házas övezet (ma)	Csökkenő erózió	Talajmennyiség és talajnedvesség védelme
	Pince kivájás	2	Belváros	felszínülledés, beomlás	-
Vízgazdálkodás	Folyóvizek szabályozása	3	Belváros, sűrűn beépített terület	Mesterséges csatorna, cső	Ökológiai folyosók károsodása
	Mocsárlecsapolás	5	Medencében, vízközelben fekvő beépített területek	Új csatornák	Talajok kiszáradása, nedves területek ökoszisztémájának eltűnése
	Talajvízszint csökkentése	1	Beépített terület	Talajvízszint lesüllyed	Talajok kiszáradása, tömrődése, vegetáció károsodása
Erdőgazdálkodás	Tarvágás	3	Mérsékelt domb hegyoldalak	Lefolyás mértéke nő, vízmosások eróziója, akkumulációja nő	Talajok kiszáradása, szárazabb mikroklima
	Fokozott természetjárás	1	Mérsékelt domb hegyoldalak	Kitaposás, kijárási	Talaj tömrődése, növényzet károsodása

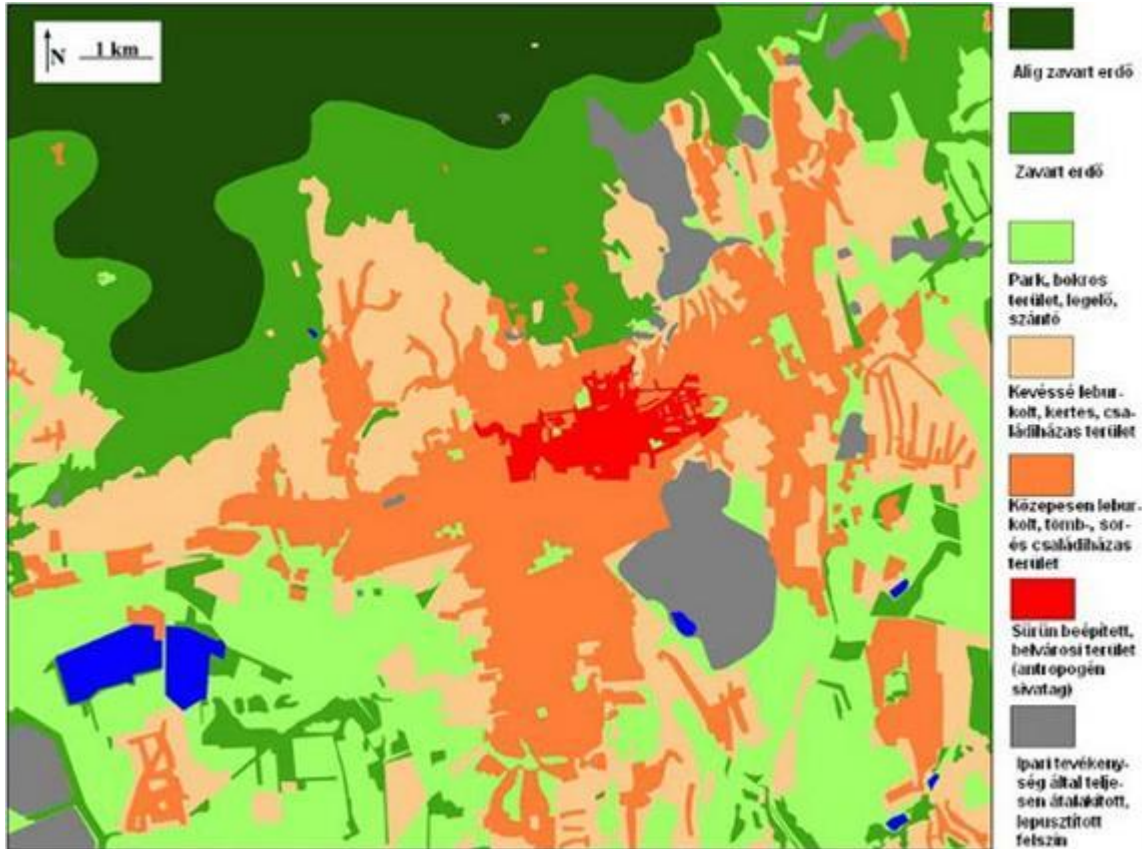
- Szerezzük be a terület részletes (pl. 1:10 000-es) topográfiai térképét. Amennyiben ez papír alapú, akkor a későbbi felhasználás céljára szkenneljük be és georeferáljuk. Az 1:10 000-es topográfiai térképen elvileg 1-2 méter pontossággal is dolgozhatunk, de ennek ritkán van értelme. Egy egész város minősítésnél használjunk inkább 10-20 méter közötti pixelméretű rétegeket. A jelentősebb útbevégek, feltöltések, teraszok szélessége eléri ezt a méretet.

- A térképekről és a műholdképekről azonosítsuk be a nagyobb térbeli kiterjedésű antropogén alakzatokat, változásokat. (Ezek közé sorolandók a több száz méter hosszú vonalas alakzatok, vagy több hektár kiterjedésű felületek.)

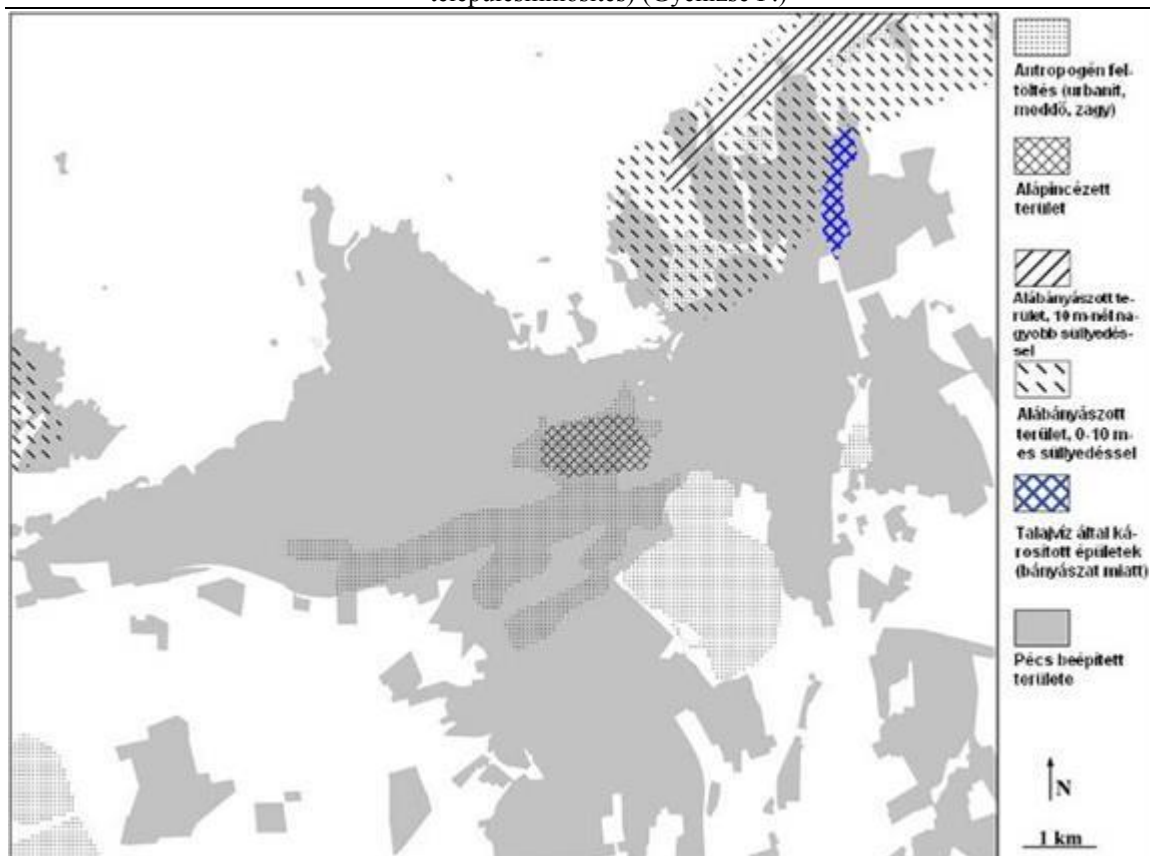
- A kisebb kiterjedésű, de jelentősnek tartott átalakításnyomokat terepi felvételezés során rajzoljuk fel a kinyomtatott papír alaptérképre, vagy rögzítsük a helyét turista GPS segítségével. (A jelen példában bemutatott pécsi elemzésnél az ebbe a kategóriába eső hatások kiterjedésének is meg kellett haladni a 10 métert.)

- Geoinformatikai program segítségével digitalizáljuk a georeferált alaptérképre a felmérés feltételei hatásait pl.: különböző természetességi szinten lévő növényzet; a felszín beépítettsége, leburkoltsága; külszíni bányászat hatása; antropogén feltöltés, mocsárlecsapolás. Minden poligontípus külön rétegre kerüljön. Adjuk a feltételeknek a korábban kidolgozott relatív pontszámot, míg az őket körbevevő terület kapjon nulla értéket (6.8., 6.9., 6.10. ábra).

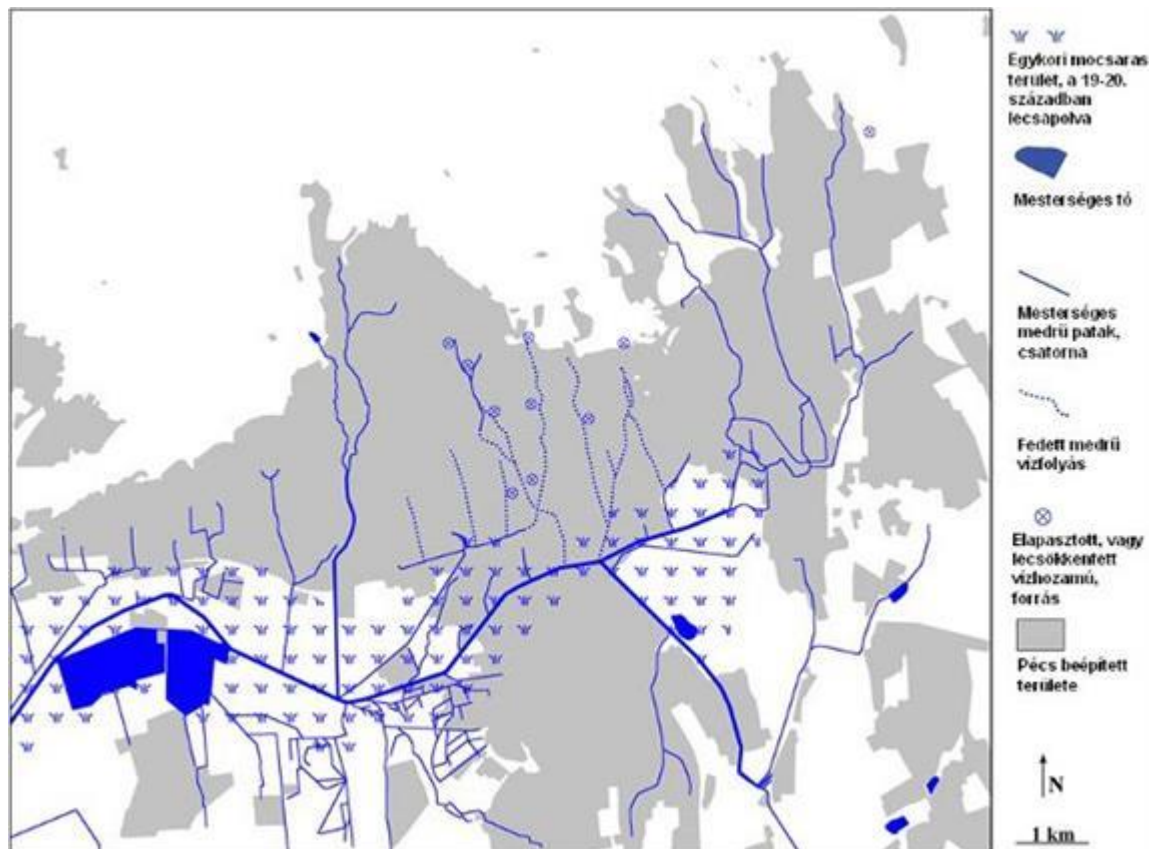
6.8. ábra - A jellemző felszínborítási típusok Pécsen és környékén napjainkban



6.9. ábra - A jelentős mértékben alapincézett, az építkezések és ipari tevékenység által feltöltött, vagy a bányászat által károsított területek



6.10. ábra - Emberi hatások a felszíni és felszín alatti vizekre



- Geoinformatikai program segítségével digitalizáljuk a georeferált alaptérképre a felmérés vonalas alakzatokat pl.: patakok szabályozása; útbevágás és feltöltés; teraszok és tereplépcsők. Azt, hogy ezeken a területeken milyen szélességben volt jelentős környezet-átalakító hatása az embernek, azt terepi megfigyelések során döntjük el. A szélességnek el kell érni az alaprétgen alkalmazott minimális képelem méretet (Pécs esetében ez 10 m/pixel volt). Amennyiben ez jelentősen több, mint a használt pixelméret, akkor foltként digitalizáljuk. Adjuk a vonalnak a korábban kidolgozott relatív pontszámot, míg az őket körbevevő terület kapjon nulla értéket (6.10., 6.11., 6.12. ábra).

6.11. ábra - Nagy magasságú mesterséges teraszok Pécs környékén

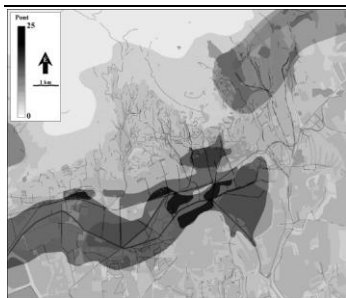


6.12. ábra - Közlekedési útvonalak domborzat-átalakítása Pécs környékén



- Az utolsó lépésben adjuk össze az összes rétegünket. A kapott relatív minősítő rétegen összegződnek a társadalomnak és a gazdaságnak a természeti környezetre gyakorolt legjelentősebb morfológiai, hidrológiai, illetve növényzeti hatásai. A magasabb pontszámú területek jelentősebb, az alacsonyabbal jelöltek kevesebb környezet-átalakítást szenvedtek el. (6.13. ábra)

6.13. ábra - Pécs relatív súlyozású környezetminősítő térképe, amely a társadalomnak és a gazdaságnak a természeti környezetre gyakorolt legjelentősebb morfológiai, hidrológiai, illetve növényzeti hatásai alapján készült (a jelmagyarázatban a relatív pontszámok szerepelnek)



- Vonjunk le következtetéseket az eredményréteg alapján!

Pécs esetében megállapítható, hogy a legjelentősebb, nagy területen érvényesülő környezet-átalakítások a Pécsi-medence mélyebben fekvő részein, továbbá a belváros környékén, illetve az egykori szénbányák közelében fekvő északkeleti városrészekben történtek.

5. 6.5. A települések lakott területének minősítése társadalmi igények alapján

A geoinformatikai programok egyre nagyobb szerepet kapnak az önkormányzatoknál is. Sajnos többnyire ez csak nyilvántartó, egyszerű kereső és megjelenítő funkció használatát jelenti. A települési vezetők számára is jó lenne olyan rendszerek alkalmazása, amelyek a jól mérhető és „kézzel fogható” természeti, illetve műszaki adatok mellett a társadalmi adottságokat is ábrázolná, sőt minősítené. Korábban is voltak próbálkozások erre nézve, pl. a választási eredmények egyszerű megjelenítésével. Példaértékű, komplex, már minősítésre is alkalmas rendszert dolgozott ki Tózsá István Ferencváros területére. Budapest ezen részét általános vállalkozás-alkalmasság szempontjából minősítette 10 db természeti-fizikai és 28 db társadalmi-gazdasági réteg felhasználásával (Tózsá 2001).

Nem csak kézzel fogható, hanem elvont dolgok ábrázolása és értékelése is megtörténhet geoinformatikai módszerek felhasználásával. A következőkben egy olyan módszert mutatunk be, amely alkalmas a nagyobb települések lakott területének minősítésére a lakosság véleményének felhasználásával. Az eddig felsorolt példák közül az ehhez szükséges adatok beszerzése igényli a legnagyobb saját munkát.

A földrajzban makro-, mezo- és mikrottereket különíthetünk el. A természeti és társadalmi folyamatok is különböző léptékben vizsgálhatók. Ezek alapján elmondhatjuk, hogy a korábban már említett helyi és helyzeti energiák nem csak a települések között, hanem egyetlen településen belül is érvényesülhetnek. Ennek elfogadása után megkísérelhetjük meghatározni, hogy egy városban hol vannak „jobb” és „rosszabb” helyek. Alapfeltevésünk legyen az, hogy egy ember új lakásba szeretne költözni egy nagyobb településen és ehhez megfelelő anyagi háttérrel is rendelkezik. Mi befolyásolná a döntését? Egyrészt olyan jellemzők (helyi energiák), amelyek konkrétan egyes épületekhez köthetők, másrészt olyan objektumok (pl. üzletek, iskola), amelyekről mért távolság is számításba jön (helyzeti energia). A következőkben egy olyan geoinformatikai módszert mutatunk be Pécs példáján keresztül, ahol 25 lakókörnyezeti tényező alapján minősítjük a város lakott területét. Ennek felhasználásával természetesen más nagyobb város területe is minősíthető.

5.1. 6.5.1. Feladat

Minősítsük egy szabadon választott nagyobb város területét lakhatósági szempontból, a lakosság véleményének felhasználásával! Gyűjtsük össze elsődleges és másodlagos módszerekkel a szükséges adatokat, dolgozzunk ki pontszámrendszert, majd egy választott geoinformatikai programmal összesítsük azokat.

Felhasználandó adatok: georeferált utcaszintű alaptérkép, továbbá internetről, önkormányzattól, KSH-tól és vállalatoktól megszerezhető adatok.

5.1.1. 6.5.1.1. A minősítés lépései

- Készítsünk georeferált utcaszintű alaptérképet az adott településről.

- Saját helyismeretünk és mások megkérdezése után gyűjtsük össze azokat a tényezőket, tulajdonságokat, objektumokat, amelyeket az adott város lakossága a legfontosabbnak ítél lakásválasztási szempontból. Ezek

egyik része vonatkozzon magára az épületre, másik része pedig annak környezetére, más objektumoktól mért távolságára.

- Vizsgáljuk meg, hogy a fentiekből melyek azok, amelyek felhasználhatók a vizsgálatához. Pl. a munkahelyhez való közelség igényével nem igazán lehet mit kezdeni, mert annak helyszíne egyénenként változó. A térben is felmérhető tényezőkből készítsünk kérdőívet! A kérdőívezés szerepe az, hogy a lakosság véleménye alapján relatív pontszámokkal láthassuk el a későbbiekben felmérendő térbeli objektumokat. Pszichológiai hatások miatt a kedvezőtlen értékek -2 és -1, a semleges tényezők 0, a kedvező tényezők +1 és +2 értéket kapjanak. Példaként bemutatjuk a Pécs felmérésekor használt kérdőívet (6.14. ábra).

6.14. ábra - Milyen mértékben befolyásolná az Ön választását az alábbi tényezők, amennyiben jelenlegi lakhelyéről el kívánna költözni? Kérem, pontozza az alábbi tényezőket. Pontok: -2 (igen hátrányos), -1 (kissé hátrányos), 0 (semleges), 1 (kedvező), 2 (igen vonzó) (Gyenizse 2009 alapján, módosítva)

bölcsőde, óvoda, általános, vagy középiskola közelsége	
az egyetlen valamely karának közelsége	
körház, rendelőintézet közelsége	
forgalmas főútvonal közelsége	
vasútállomás közelsége	
vasútvonal közelsége	
helyi (autóbuszpályaudvar) közelsége	
buszmegálló közelsége	
vezeték nélküli, szennyvízhálózat megléte	
távítás megléte	
egyéni fűtés megléte	
belváros közelsége	
többszínű (Pécs-jellegű) üzletközpont közelsége	
áruházak (Tesco, Lidl, Spar) közelsége	
nagyobb ABC (elsősorban élelmiszer) üzlet közelsége	
színház, koncert, színház, mozis közelsége	
színház, koncert, színház, mozis közelsége	
templom közelsége	
ipari üzlet közelsége	
park / nagyobb zöldterület közelsége	
saját kert megléte	
hátrányos helyzetű társadalmi rétegek jelenléte	
sportpálya közelsége	
felújításra szoruló építészeti, gépészet rész az épületben	
az épület anyaga: tégl	

- Végezzünk el egy kérdőíves felmérést a helyi lakosság körében (a más településről bejáró embereket ne kérdezzük meg, az ő helyismeretük nem biztos, hogy megfelelő). Figyeljünk arra, hogy a különböző korcsoportok egyenlően képviseltessek magukat, illetve hogy a település több pontján történjen a felvételezés. Ideális esetben a megkérdezett lakók száma a város lakosságának 1-2 ezreléke legyen, de minimum 50 fő.

- Értékeljük ki a kérdőíveket! (Táblázatkezelő program használata ajánlott.) Számoljuk össze, hogy egy-egy tényező hány -2, -1, 0, +1, +2 szavazatot kapott. Amennyiben a negatív szavazatok domináltak, akkor a tényezőt a többség kedvezőtlennek ítélte, ha a pozitív szavazatok, akkor kedvezőnek (a nulla körüliek semlegesek). Szorozzuk össze az öt szavazattípust a rájuk leadott szavazatok számával. Az így kapott tényezőkénti öt értéket adjuk össze. Normalizáljuk a tényezők pontszámát úgy, hogy a maximálisan kapható összpontszámuk (szavazatok száma szorozva 2-vel) százalékába átszámoljuk a kapott értéket. Ezt osszuk el tízzel. Így egy -10 és +10 közötti relatív pontszámokat kapunk. Ezt fogjuk hozzárendelni a térben felmért objektumokhoz. Határozzuk meg azt is, hogy ezek az objektumok kb. milyen távolságig fejtenek ki értékelhető hatást a lakosságra. A 6.15. ábrán a Pécs esetén meghatározott értékeket látjuk.

6.15. ábra - Példa a Pécs esetében felhasznált objektumokra (társadalmi tényezőkre), azok pontszámai és távolságkorlátai (Gyenizse 2009 alapján, módosítva)

Térbeli kategória	Hatástávolság	Pontszám
bölcsőde, óvoda, általános, vagy középiskola közelsége	viágált terület határa	3,5
az egyetlen valamely karának közelsége	2 km	1,6
körház, rendelőintézet közelsége	viágált terület határa	6,2
forgalmas főútvonal közelsége	500 m	-4,3
vasútállomás közelsége	viágált terület határa	-4,1
vasútvonal közelsége	500 m	-3,3
helyi (autóbuszpályaudvar) közelsége	viágált terület határa	4,6
buszmegálló közelsége	2 km	7,2
belváros közelsége	viágált terület határa	2,2
többszínű (Pécs-jellegű) üzletközpont közelsége	viágált terület határa	-0,1
áruházak (Tesco, Lidl, Spar) közelsége	viágált terület határa	5,7
nagyobb ABC (elsősorban élelmiszer) üzlet közelsége	2 km	6,9
színház, koncert, színház, mozis közelsége	1 km	0,2
színház, koncert, színház, mozis közelsége	viágált terület határa	-0,5
templom közelsége	1,5 km	2,0
ipari üzlet közelsége	1 km	-6,6
park / nagyobb zöldterület közelsége	1,5 km	8,8
sportpálya közelsége	1,5 km	1,5
hátrányos helyzetű társadalmi rétegek jelenléte	1 km	-6,5
az épület anyaga: tégl	objektumhatár	7,0
vezeték nélküli, szennyvízhálózat megléte	objektumhatár	9,8
távítás megléte	objektumhatár	3,5
egyéni fűtés megléte	objektumhatár	5,7
saját kert megléte	objektumhatár	6,2
felújításra szoruló építészeti, gépészet rész az épületben	objektumhatár	-4,3

- Mérjük fel a város területén a kérdőívekben szereplő térbeli objektumokat! Ezek részben szerepelnek térképeken és műholdfelvételeken, részben terepbejárással kell felmérni őket (pl. hátrányos helyzetű társadalmi rétegek, leromlott állagú épülettömbök). Egyes objektumok helyéről vállalatoktól, vagy az önkormányzattól tudunk információt kérni (pl. buszmegállók, távfűtéses épületek, ipartelepek).

- Digitalizáljuk ezek helyét az alaptérképre! Mindegyik objektumtípust (buszmegállók, ABC-k stb.) külön rétegre kell digitalizálni. Pont, vonal és felület típusú rétegeink is lesznek. Raszterizáljuk a rétegeket. Az objektumok kapjanak 1-es, a környező területek nulla, vagy null értéket. A raszteres rétegek elég, ha 10-20 méteres pixeleket tartalmaznak.

- Alakítsuk át először az élesen lehatárolt objektumok 1-es értékét a pontszámoknak megfelelően. Osztályozzuk át a területüket a kérdőíves felmérés során kapott pontszámra.

- Hozzuk létre a valamtól mért távolság alapján súlyozott rétegeket! Hozzunk létre olyan réteget, aminek pixelai az azon szereplő objektumtól/októl való távolságuk értékeit tartalmazzák (distance). Mivel többféle távolsághatárral és pontszámmal rendelkező objektumunk van, ezért több módszert kell alkalmaznunk az ilyen rétegek kialakításakor. (1) Amennyiben a vizsgált társadalmi tényező negatív súlypontú, és megítélésünk hatása a vizsgált terület határáig tart, akkor egyszerűen elosztjuk a réteget a maximális távolságérték (leolvasható a réteg adatlapjáról) és az objektumhoz tartozó pontszám hányadosaként kapott értékkel. Ezután a részeredmény rétegen a távolságértékek helyett a pontok szerepeltek. (2) A pozitív ponttal rendelkező és a vizsgált terület határáig érvényesülő tényezők esetében első körben hasonlóan járunk el, mint a negatív súlypontú társaiknál (distance, majd pontszám megadás). Második lépésben „fordítsuk meg a pontok növekedési irányát, ami ezután a vizsgált objektumok felé mutat növekvő értéket. Ehhez a rétegen szereplő maximum pontszámot vonjuk ki képből, majd vegyük az egész abszolút értékét. (3) Amennyiben a tényező hatósugarát valamilyen mértékben korlátozzuk, pl. 1500 méterben, akkor először újra kell osztályozni az objektumtól mért távolságértékkel (distance) már ellátott réteget úgy, hogy az 1500 méternél távolabb fekvő területek is mind 1500-as értéket kapjanak. Ezek után a pontokra való átalakítás azonos módszerrel zajlik, mint az előző két esetben (6.16. ábra - animáció).

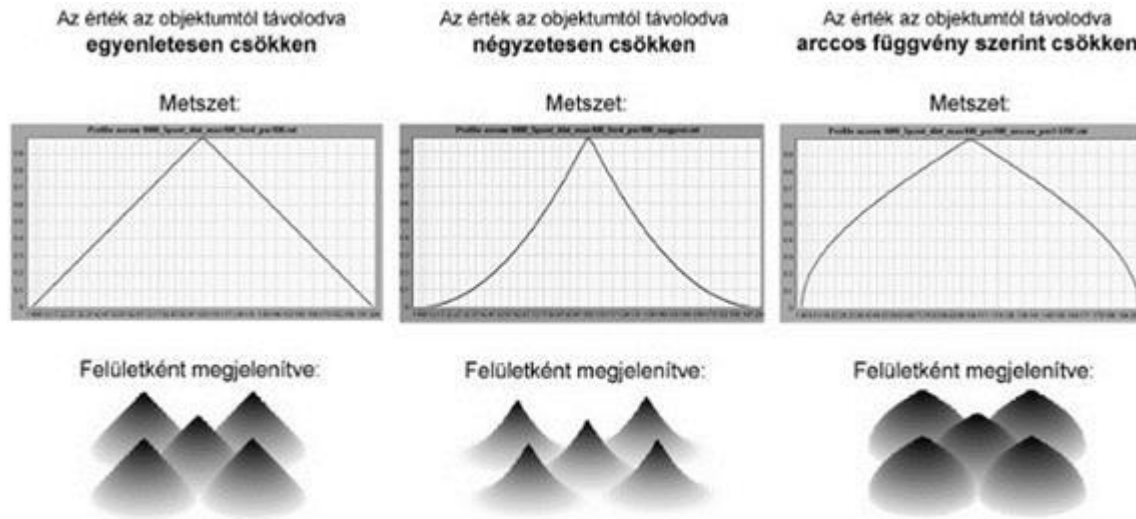
6.16. ábra - Példa a Pécs minősítéséhez használt rétegekre - ANIMÁCIÓ



Az animáció az alábbi linkre kattintva indul el.

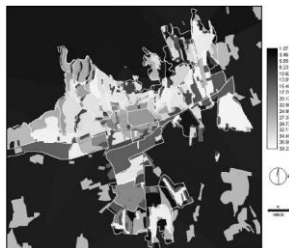
Megjegyzés: Az előző bekezdésben szó volt arról, hogy a vizsgált objektumok hatását a modellben a távolsággal egyenes arányban, azaz lineárisan csökkentettük. Ez valószínűleg nem rossz megoldás, de egyáltalán nem biztos, hogy tökéletes. A társadalomföldrajzban számos olyan, elsősorban szállításhoz, népmozgáshoz köthető társadalmi-gazdasági jelenség van, aminek hatása négyzetesen, vagy logaritmikusan csökken a távolság növekedésével (Hagett 2006). A jelen jegyzet kereteit meghaladja egy ilyen modell kialakítása, de azért érdemes elképzelni, hogy egyes objektumok vonzó, vagy taszító hatása nem egyenletes ütemben csökken. Lehetséges, hogy először gyorsabban, később pedig lassulva csökken a hatása (pl. négyzetesen), vagy először lassabban, távolodva pedig felgyorsulva (pl. arccos függvénnyel modellezve) (6.17. ábra).

6.17. ábra - Különböző lefutású érték-felületek



- Adjuk össze a pontszámokkal ellátott rétegeinket! Az előző pontokban leírt módon, hosszadalmas adatgyűjtő, adatfeldolgozó és előfeldolgozó, valamint elemző munka során 25 raszteres részeredmény réteget alakítottunk ki. A létrehozott rétegeket két részletben összegezzük. Az első összeadási folyamatban azok a részeredmény rétegek vettek részt, amelyek élesen lehatárolt objektumokat tartalmaznak. Ezek a tényezők az 6.15. ábra alsó soraiban találhatók (6.18. ábra).

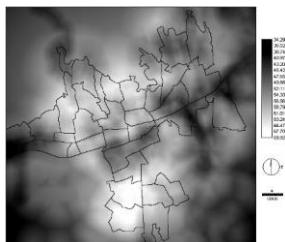
6.18. ábra - Élesen lehatárolt objektumokat tartalmazó részeredmény rétegek összegzéséből kapott eredményréteg (a jelmagyarázatban a pontszámok szerepelnek)



- Vonjunk le következtetéseket a látottakból! A minta rétegen tehát Pécs beépített területét minősítettük az épület anyaga, a közműhálózat, a távfűtés, vagy egyéni fűtés megléte, a saját kert megléte, a pusztuló településrészek alapján, a lakosság igényeinek figyelembe vételével. Ez alapján elmondható, hogy legkedvezőbb megítélése a családi házas lakóövezeteknek van, függetlenül attól, hogy milyen természeti adottságokkal rendelkeznek. Nem mindegy azonban, hogy a város melyik részén helyeznek el, ugyanis a volt bányákhoz közeli, északkeleti területeken alacsony pontszámúak is előfordulnak.

- Aduk össze a valamitől mért távolságokat mutató rétegeket, amelyeket 3. táblázat első felében láthatók (6.19. ábra).

6.19. ábra - A valamilyen objektumtól mért távolság alapján szerkesztett (fuzzy) rétegek összegzéséből kapott térképréteg (a jelmagyarázatban a pontszámok szerepelnek).

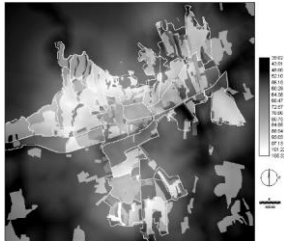


- Vonjunk le következtetéseket a látottakból! A mintafeladat rétegein is látható, hogy ebben az esetben nem csak a beépített területet minősítettük, hanem a jelenlegi határon túl eső területeket is (ott is hat pl. egy ABC vonzó

hatása). Ezen tényezők vizsgálatakor Pécsen a legmagasabb pontszámot a város déli részén fekvő téglá és panel tömbházas lakótelep (Kertváros) kapta. Valóban indokolt a város legnagyobb embertömegeit befogadó lakótelepek infrastruktúrával való átlag fölötti ellátása. A magas pontszámok kialakulását valószínűleg elősegítette még a problémát jelentő környezeti és társadalmi jelenségektől való nagyobb távolság is. Átlag alatti pontszámokat a város kelet–nyugati tengelyében, illetve attól délre elhelyezkedő iparterületek mutatnak.

- Összegezzük az élesen lehatárolt és a valamitől mért távolságot mutató rétegeket is (6.20. ábra)!

6.20. ábra - A fuzzy és az élesen lehatárolt objektumokat tartalmazó eredmény rétegek összegzéséből kapott végső eredményréteg (a jelmagyarázatban a pontszámok szerepelnek)



- Vonjunk le következtetést a látottakból! A mintafeladat végső eredményrétegét szemlélve egyértelművé válik, hogy megjelenését az élesen lehatárolt objektumokat tartalmazó eredményréteg pontszámai határozzák meg alapvetően. A valamitől mért távolságot mutató rétegek pontszámai csupán árnyalják a képet egy-egy éles folton belül. Megállapítható továbbá, hogy óvatosan szabad csak következtetéseket levonni a lakóöveken kívüli területek esetében, mivel az összeadás tényéből adódóan, a végső eredményrétegen a beépített területeken kívüli részek csak a fuzzy rétegek értékeit tartalmazzák! A kapott értékek ennek ellenére a realitásokat tükrözik, ha azokat csak az adott hely (pixel) lakhatóságának minősítésére használjuk fel. A lakásokkal, közművekkel ellátott terület ugyanis egyértelműen sokkal kényelmesebb lakóhelyet biztosít számunkra, mint pl. egy emberi átalakítástól többé-kevésbé mentes rét, még akkor is, ha az viszonylag közel van bizonyos szolgáltatásokat nyújtó objektumokhoz. Pécs beépített területeinek társadalmi tényezők alapján való értékelése során megállapítható, hogy a legmagasabb pontszámot a hegyoldali és a medence déli részén fekvő családi házas és sorházas részek kapták. Átlag alatti pontszámai vannak az iparterületeknek, továbbá néhány nehezen megközelíthető hétvégi házas résznek.

6. Tesztfeladatok

1. Mely programokat nevezik sokan neogeográfusoknak?

- A. Microsoft Office, Libre Office
- B. Google Earth, Microsoft Virtual Earth, Yahoo Maps, NASA World Wind
- C. Corel, Photoshop

2. Melyik szervezettől honlapról tudunk ingyenesen letölteni korlátozás mentes térbeli adatokat?

- A. <http://www.openstreetmap.org/>
- B. <http://www.fomi.hu/>
- C. <http://www.foldhivatal.hu>

3. Melyik honlapról másolhatunk ki szabadon népességre vonatkozó attribútum (szak-) adatokat?

- A. <http://www.novenyzetiterkep.hu>
- B. <http://www.nepszamlalas2001.hu>
- C. <http://www.openstreetmap.org>

4. Ki írta le először az „Ortslage” és a „Verkehrslage” fogalmát?

- A. Cholnoky Jenő
- B. Tóth József
- C. Friedrich Ratzel

5. Melyik fogalomra igaz a következő állítás: „valamely település más településekről való elérhetőségének jegyei”.

- A. helyzeti energia
- B. forgalmi fekvés
- C. megújuló energia

6. Milyen direkt hatása van a pozitív domborzati formáknak a lakókörnyezetre?

- A. panoráma hatás
- B. több csapadék
- C. magasabb átlaghőmérséklet

7. Milyen negatív hatása lehet a meredekebb lejtőknek a települések beépített területén?

- A. árvízveszély
- B. ködhajlam
- C. csuszamlás

8. Hány %-al kevesebb közvetlen sugárzást kap egy 10°-os É-i lejtő, mint a D-i kitettségű, azonos meredekségű párja?

- A. 6%
- B. 16%
- C. 26%

9. Melyek azok a folyamatok, amelyek teljes egészében az ember gazdasági-műszaki-építő tevékenységével állnak közvetlen összefüggésben?

- A. természeti folyamatok
- B. természeti-antropogén folyamatok
- C. antropogén folyamatok

10. A városi települések fejlődésének melyik szakaszára jellemző a következő állítás? „A település topográfiájának, valamint hidrográfiai és hidrológiai rendszerének átalakítása még korlátozott mértékű és az építési tevékenység a tágabb környezetre nem gyakorol komolyabb káros befolyást.”

- A. „városiasodási” szakaszra
- B. „építési” szakaszra
- C. „fejlett városi” szakaszra

11. A városi települések fejlődésének melyik szakaszára jellemző a következő állítás? „A városok növekedése lelassul, a lakosságszám egyes esetekben stagnál, sőt csökkenhet is.”

A. „városiasodási” szakaszra

B. „építési” szakaszra

C. „fejlett városi” szakaszra

12. A városi települések fejlődésének melyik szakaszára jellemző a következő állítás? „A zöldterület további csökkenésével párhuzamosan megnő a burkolattal ellátott felszín területe, viszont az új csatornarendszer még nincs teljesen kialakítva.”

A. „városiasodási” szakaszra

B. „építési” szakaszra

C. „fejlett városi” szakaszra

A tesztfeladat megoldások megtalálhatók a következő oldalon az Irodalomjegyzék végén.

7. Irodalomjegyzék

Csorba, P. 1989. Ökogeográfiai térképek a tájökológiai kutatások szolgálatában. Földrajzi Értesítő XXXVIII. évf. 3-4. szám., pp.283-304.

Csorba, P. 1997a. Tájökológia. KLTE Alkalmazott Tájföldrajzi Tanszék, Debrecen p.114.

Csorba, P. 1997b. Városökológiai térszerkezet – debreceni példák. Földrajzi Értesítő XLVI. évf. 1-2. füzet, pp. 105-127.

Erdősi, F. 1987. A társadalom hatása a felszínre, a vizekre és az éghajlatra a Mecsek tágabb környezetében. Akadémiai Kiadó, Budapest, p.227.

Gálósi-Kovács, B. 2010. Környezetfejlesztés a kistérségekben. IDRResearch Kft./Publikon Kiadó, Pécs p.247.

Gyenizse, P. 2009. Geoinformatikai vizsgálatok Pécsen. Pécs településfejlődésére ható természeti és társadalmi hatások vizsgálata geoinformatikai módszerekkel. Geographia Pannonica Nova 7, Publikon Kiadó, Pécs, p.110.

Haggett, P. 2006. Geográfia, Globális szintézis. Typotex Kiadó, Budapest, pp. 398-399.

Kertész, Á. 2003. Tájökológia. Holnap Kiadó, Budapest, p.166.

Kertész, Á.; Márkus, B. 1989. Táji kölcsönkapcsolatok feltárásaföldrajzi információs rendszerek segítségével. Földrajzi Értesítő, XXXVIII. évf., 3-4. füzet, pp. 325-335.

Konkolyné Gyúró, É. 2003. Környezettervezés. Környezet és tájgazdálkodás 2., Mezőgazda Kiadó, Budapest p.398.

Lovász, Gy. 1982. A természeti környezet szerepe a városépítésben, Településfejlesztés, 3-4. füzet, pp. 17-26.

Lovász, Gy. 1989. A domborzat okozta napfényvesztés térképezése, Földrajzi Értesítő 1-2. füzet, pp. 55-68.

Lóczy, D. 2002. Tájértékelés, földértékelés. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, p.307.

Lóczy, D.; Gyenizse, P. 2010. Human impact on topography in an urbanized mining area: Pécs, Southwest-Hungary. Géomorphologie: Relief, Processus et Environnement, Revue du Groupe Français de Géomorphologie, 2010/3. pp. 287-300.

Marosi, S.; Szilárd, J. 1974. Domborzati hatások a gazdálkodásra és településekre, Földrajzi Közlemények, XXII. évf., 3. füzet, pp. 185-196.

Mendöl, T. 1963. Általános településföldrajz. Akadémiai Kiadó, Budapest, p.510.

Mezősi, G. 1982. Környezetértékelés - a domborzat minősítése. Földrajzi Értesítő, XXXI. évf. 2-3. szám, pp. 177-189.

Mezősi, G. (szerk.) 2007. Városökológia. Földrajzi tanulmányok, Volume I., JATE Press, Szeged, p.173.

Mezősi, G.; Rakonczai, J. (szerk.) 1997. A geoökológiai térképezés elmélete és gyakorlata. – JATE Természeti Földrajzi Tanszék, Szeged, p.131.

Mezősi, G.; Szatmári, J. (szerk.) 1995. Modellek a természetföldrajzban. Acta Geographica Szegediensis különszáma, JATE, Szeged, p.63.

Nir, D. 1983. Man, a Geomorphological Agent. An Introduction to Anthropogenic Geomorphology. Kluwer-Reidel, Jerusalem-Dordrecht

Péczeli, Gy. 1979. Éghajlattan. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 162-171.

Pécsi, M. 1971. Geomorfológia mérnökök számára. Egyetemi jegyzet, Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 221-232.

Ratzel, F. 1903. Die geographische Lage der grossen Städte. Jahrbuch der Gehe-Stiftung IX., Dresden

Rózsa, P. 2004. Város és környezet. Bevezetés a települések környezettanába. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 37-77.

Tóth, J. 1981. A településhálózat és a környezet kölcsönhatásának néhány elméleti és gyakorlati kérdése. Földrajzi Értesítő, XXX. évf., 2-3. füzet, pp. 267-291.

Tózsai, I. 2001. A térinformatika alkalmazása a természeti és humán erőforrás-gazdálkodásban. Aula kiadó, Budapest, p.190.

Tesztfeladat megoldások: 1:b; 2:a; 3:b; 4:c; 5:b; 6:a; 7:c; 8:c; 9:c; 10:a; 11:c; 12:b.

7. fejezet - Környezeti adatokra vonatkozó szabályozás. Környezeti indikátorok (Lóki J.)

A környezeti állapotok, folyamatok értékelésénél nélkülözhetetlen a környezeti szabályozás ismerete. A különböző tájalkotó tényezők megfigyelésénél, védelménél, a szennyezettség fokának meghatározásánál **mindig figyelembe kell venni az érvényben lévő legfrissebb szabványokat, illetve a hatályos törvényeket.** A környezetinformatikai feladatok megoldása előtt át kell tanulmányozni a **Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Területfejlesztési törvényeket**, amelyek érvénybe lépésükkor megjelentek a Magyar Közlönyben, de az Interneten is megtalálhatók. Mivel a környezeti adatokat gyakran terepi felméréssel nyerjük és a feldolgozás után térképen ábrázoljuk, ezért a **Digitális térképi szabvány (DAT) és Földmérési és térképészeti tevékenységről szóló törvény alkalmazása is elengedhetetlen.** Ebben a fejezetben a felsorolt törvények, illetve szabványok adatokra vonatkozó előírásain túl azok alkalmazására nézünk néhány példát. A fejezet végén még a **környezeti indikátorokkal és mutatókkal** foglalkozunk.

alapfogalmak: környezetvédelmi törvények, szabvány,

kulcsfogalmak: Környezetvédelmi törvény, Természetvédelmi törvény, Területfejlesztési törvény, Földmérési és térképészeti tevékenységről szóló törvény, környezeti indikátor

1. 7.1. Környezetvédelmi törvény

A környezet védelmének általános szabályairól szóló **1995. évi LIII. törvény** hatályos állapota a interneten olvasható. A törvény kimondja, hogy „a természeti örökség és a környezeti értékek a nemzeti vagyon részei, amelyeknek megőrzése és védelme, minőségének javítása alapfeltétel az élővilág, az ember egészsége, életminősége szempontjából; e nélkül nem tartható fenn az emberi tevékenység és a természet közötti harmónia, elmulasztása veszélyezteti a jelen generációk egészségét, a jövő generációk létét és számos faj fennmaradását”.

A 10 fejezetből álló törvény V. fejezete a környezet védelmének megalapozásával foglalkozik. Ennek a fejezetnek a 48G és 48H §-a tartalmazza a Nemzeti Környezeti Térinformatikai Rendszerre vonatkozó következő előírásokat:

- 48/G. §94 (1) A környezetvédelmi célkitűzések kialakítása és a környezetvédelmi feladatok megvalósításának elősegítése érdekében a miniszter a téradatkezelők ágazati irányítását, illetve felügyeletét ellátó miniszterekkel együtt külön jogszabályban meghatározottak szerint egységes elektronikai hálózatot képező Nemzeti Környezeti Térinformatikai Rendszert létesít és működtet a kormányzati portál részeként.

(2) A Nemzeti Környezeti Térinformatikai Rendszer a 49. § szerinti Információs Rendszerből és a téradatkezelők által működtetett információs rendszerekből áll, amelyek az interoperabilitás követelményének megvalósításával kapcsolódnak össze. A Nemzeti Környezeti Térinformatikai Rendszeren keresztül közvetlenül elérhető az Európai Unió által működtetett térinformatikai hálózati portál.

(3) Ha téradatkezelőnek nem minősülő természetes vagy jogi személy valamely téradattal rendelkezik, és eleget tesz a Nemzeti Környezeti Térinformatikai Rendszer létrehozásának és működtetésének szabályairól szóló jogszabályban meghatározott technikai követelményeknek, kérelmére biztosítani kell a csatlakozási lehetőséget a Nemzeti Környezeti Térinformatikai Rendszerhez.

(4) A Nemzeti Környezeti Térinformatikai Rendszer hálózati portálján bárki számára hozzáférhetők a következő téradat-szolgáltatások:

a) keresőszolgáltatás, amely a metaadatok alapján a téradatkészletekre és -szolgáltatásokra vonatkozó keresést, valamint a metaadatok megjelenítését teszi lehetővé;

b) megtekintési szolgáltatás, amely a metaadatok, a téradatok és az egyéb magyarázó jellegű adatok megjelenítését, az azok közötti keresést, a megjelenített téradatok és téradatkészletek kicsinyítését, nagyítást, megtekintését és átlapozását, valamint a magyarázó jellegű adatok és a metaadatok tartalmának megjelenítését biztosítja;

c) letöltési szolgáltatás, amely a téradatkészletek másolatának vagy egyes részeinek letöltését, valamint - amennyiben az elektronikus úton lehetséges - az azokhoz való közvetlen hozzáférést teszi lehetővé;

d) átalakítási szolgáltatás, amely a (2) bekezdés szerinti összekapcsolódás biztosítása céljából meghatározott téradatkészleteknek - az adatigénylő igénye szerinti feldolgozás útján való - átalakítását biztosítja;

e) lehívási szolgáltatás, amely az a)-d) pontok szerinti téradat-szolgáltatások folyamatos elérését teszi lehetővé.

- 48/H. §96 (1) A téradatkezelő a 48/G. § (4) bekezdés c)-e) pontjában meghatározott téradat-szolgáltatásért díjat állapíthat meg. A téradatkezelő ebben az esetben az adatigényelővel - a díjfizetésre is kiterjedő - megállapodást (a továbbiakban: adatszolgáltatási szerződés) köt. Az adatigénylő számára biztosítani kell az adatszolgáltatási szerződésnek az interneten keresztül történő megkötését.

(2) Az (1) bekezdésben foglaltaktól eltérően az Európai Közösség intézményei és szervei számára a környezetvédelemmel kapcsolatos közösségi jog alapján fennálló tagállami jelentéstételi kötelezettség teljesítése érdekében nyújtott téradatkészletekért és -szolgáltatásokért díj nem szabható ki.

(3) A díj, illetve a hozzáférési feltételek meghatározása során indokolatlan megkülönböztetést nem lehet alkalmazni, így különösen az adatigénylő közigazgatási szerv vagy közfeladatot ellátó más szervezet tekintetében - a közfeladatai ellátásán kívül eső tevékenysége körében, az e tevékenység céljára rendelkezésre bocsátott adatok vonatkozásában - ugyanazokat a díjakat és feltételeket kell alkalmazni, mint más felhasználókkal szemben.

(4) A díj nem haladhatja meg az adatok gyűjtésének, előállításának, frissítésének, feldolgozásának, átalakításának és rendelkezésre bocsátásának a költségét. A díjak mértékét a téradatkészletek és -szolgáltatások szükséges minőségének és rendelkezésre állásának biztosítását szolgáló minimális szinten kell tartani, egy ésszerű nyereséghányaddal együtt, összhangban a téradatkészleteket kezelő és -szolgáltatásokat nyújtó hatóságok önfinanszírozási követelményeivel.

(5) A téradatkezelő a honlapján közzéteszi a díjszabását, valamint a díjképzésének elveit.

Ugyanennek a fejezetnek 49., 50. és 51 §-a pedig a **Környezetvédelmi információs rendszer és tájékoztatás** előírásait tartalmazza, amelyek szerint:

- 49. § (1) A környezet állapotának és használatának figyelemmel kísérésére, igénybevételi és terhelési adatainak mérésére, gyűjtésére, feldolgozására és nyilvántartására a miniszter - a Kormány által meghatározottak szerint - mérő-, észlelő-, ellenőrző (monitoring) hálózatot, Országos Környezetvédelmi Információs Rendszert (a továbbiakban együtt: Információs Rendszer) létesít és működtet.

(2) Az Információs Rendszert úgy és olyan területi sűrűséggel kell megszervezni és telepíteni, hogy annak alapján a) a környezet igénybevételének, terhelésének és a környezet állapotának változása - a társadalmi-gazdasági összefüggésekkel és a lakosság egészségi állapotára gyakorolt hatások szempontjából is értékelhető formában - mennyiségileg és minőségileg meghatározható, és nemzetközileg összehasonlítható legyen; b) a környezetre gyakorolt hatások okai kielégítő pontossággal megállapíthatók legyenek (beleértve a károsítások okozati viszonyainak megállapításához szükséges részletes bontásokat is); c) a környezetveszélyeztetés a lehető legkorábban felismerhetővé váljon; d) a szabályozási feladatok és a hatósági intézkedések megtehetőek legyenek; e) felhasználható legyen tervezésre.

(3)97 Az Információs Rendszer működtetéséhez szükséges területi feladatokat a környezetvédelmi igazgatási szerv látja el.

(4) A környezetre gyakorolt hatásokkal kapcsolatos - jogszabályokban meghatározott - adatszolgáltatásra vonatkozó költségeket az adatszolgáltatásra kötelezett viseli.

- 50. § (1) A környezethasználó köteles a tevékenysége során okozott környezetterhelést, környezet-igénybevételt - jogszabályban meghatározott módon - mérni, vagy technológiai számítással alátámasztani, nyilvántartani, nyilvántartását a hatáskörrel és illetékességgel rendelkező hatóságok rendelkezésére bocsátani, illetőleg adatszolgáltatást teljesíteni.

(2)98 A külön jogszabályban meghatározott környezethasználók kötelesek az általuk végzett tevékenység környezeti hatását felmérni, arról rendszeresen környezeti jelentést készíteni és azt benyújtani a

környezetvédelmi igazgatási szerv részére. A környezeti jelentésre vonatkozó részletes szabályokat külön jogszabály határozza meg.

(3)99 A környezetvédelmi feladatokat ellátó önkormányzati és állami szervek - kormányrendeletben meghatározottak szerint - kötelesek az Információs Rendszer működtetéséhez szükséges és náluk keletkezett adatokat az Információs Rendszer rendelkezésére bocsátani.

- 51. § (1)100 A környezet állapotára, igénybevételére és használatára vonatkozó adatok a közérdekű adatokra vonatkozó jogszabályok szerint kezelendők.

(2) A miniszter az adatgyűjtés alapján évente jelentést terjeszt a Kormány elé az ország környezeti állapotának alakulásáról.

(3) A lakóhelyi környezet állapotának alakulásáról a települési önkormányzat szükség szerint, de legalább évente tájékoztatja a lakosságot.

Számunkra nagyon fontos a **Környezetvédelmi igazgatással** foglalkozó VII. fejezet, amelynek 64A §-a az **adatkezelés** előírásait tartalmazza:

- 64/A. §120 (1)121 A környezetvédelmi igazgatási szervek a természetes és jogi személyekről adatokat környezetvédelmi ügyféljel (a továbbiakban: KÜJ-szám) alkalmazásával a) a környezet használatára [4. § i) pont] vonatkozó jogok és kötelezettségek teljesülésének ellenőrzése, b)122 környezetvédelmi célú tevékenység végzése, c)123 a környezet használatával, igénybevételével, állapotával kapcsolatos tájékoztatási kötelezettségek teljesítése, d)124 a környezet szennyezésének és károsodásának megelőzése, csökkentése és megszüntetése, valamint felszámolása, e)125 a környezet használatával, szennyezésével és károsításával kapcsolatos fizetési kötelezettségek megállapítása, ellenőrzése érdekében tarthat nyilván.

(2)126 Az (1) bekezdésben meghatározott célra a) természetes személy esetében aa) természetes személyazonosító adatok, ab) lakcím; b) jogi személy, jogi személyiség nélküli gazdasági társaság és egyéni cég esetében ba)127 cég neve, cégjegyzék száma, adószáma, statisztikai számjele, bb) székhely településazonosító törzsszámmal, illetve telephelyei településazonosító törzsszámmal; c) egyéni vállalkozó esetében ca) neve, cb)128 egyéni vállalkozói igazolvány kiállítója és száma, valamint adószáma és statisztikai számjele, ennek hiányában az egyéni vállalkozói nyilvántartási szám, cc) székhely településazonosító törzsszámmal, illetve telephelyei településazonosító törzsszámmal; d) az a)-c) pont esetében da) környezet használatára vonatkozó határozatok rendelkezései, db) a környezet használatára, igénybevételére vonatkozó jogszabályokban meghatározott adatszolgáltatások szerinti adatok tarthatók nyilván.

(3)129 A bíróság, az ügyészség, a büntetőeljárás és a büntetés-végrehajtás szervei, a nemzetbiztonsági szolgálatok, valamint az adóhatóság, a Központi Statisztikai Hivatal, a műszaki biztonsági, az egészségügyi igazgatási feladatokat ellátó szervek, az élelmiszerlánc-felügyeleti szerv és a talajvédelmi hatóság, az ingatlanügyi hatóság, a polgári védelmi szervek feladataik ellátása érdekében - a rájuk vonatkozó törvényekben meghatározott célból és feltételek teljesülése esetén - jogosultak a nyilvántartásba felvett adatok igénylésére a feladataik ellátásához szükséges mértékben.

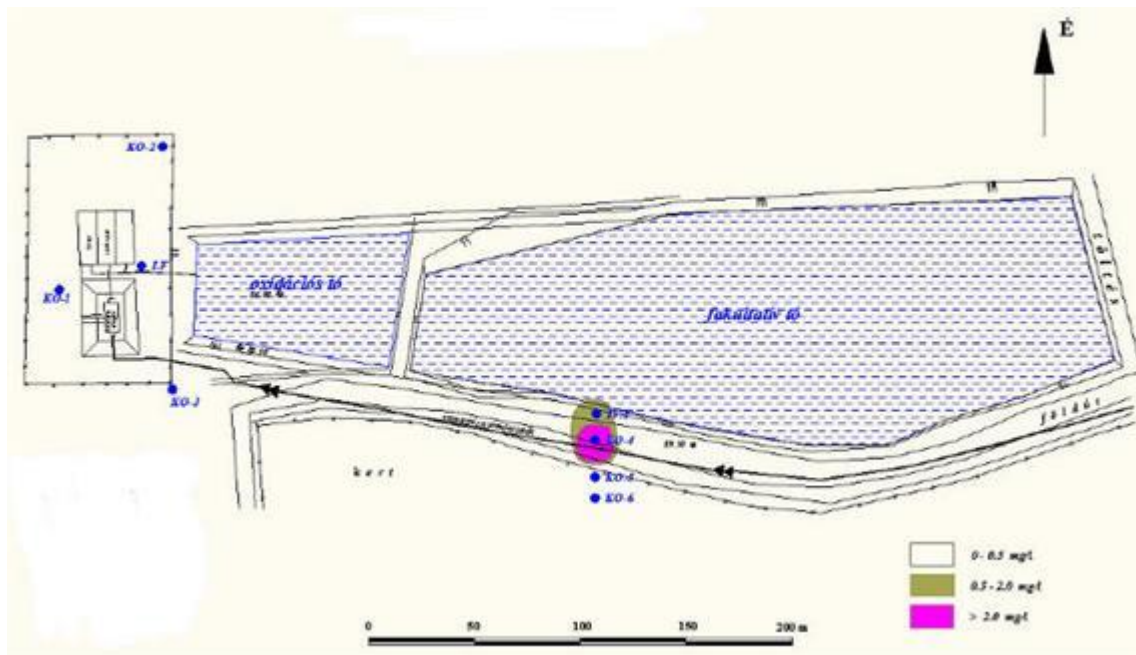
(4) A (2) bekezdés szerinti adatok statisztikai, illetőleg tájékoztatási célra felhasználhatók és statisztikai, illetőleg tájékoztatási célú felhasználásra - személyazonosításra alkalmatlan módon - átadhatók.

(5)130 Természetes személyek ügyfél-azonosítójához tartozó személyes adatokat a természetes személy ügyféli minőségének megszűnését követő 5 év elteltével törölni kell.

(6) Az adatkezelést végző szervek vezetői a természetes személyek személyes, valamint a jogi személyek üzleti titkot képező adatai védelméért való felelősségük körében kötelesek olyan technikai és szervezési intézkedéseket tenni, ellenőrzési rendszert kialakítani és adatvédelmi szabályzatot kiadni, amely biztosítja az adatvédelmi követelmények teljesülését. Az érintett személy vagy képviselője a rá vonatkozó nyilvántartásba betekinthet, az iratokról másolatot, illetőleg a nyilvántartott adatairól felvilágosítást kérhet.

A mérési eredmények értékelésénél figyelembe kell venni a határértékeket, amelyek szabályozását a 87., 88. és 89. § tartalmazza. A tematikus térképeken a határértékeket a jelmagyarázatban fel kell tüntetni. Az adatok feldolgozásánál GIS szoftverek, illetve kiegészítő moduljaik jól használhatók. Pl. A talajvíz szennyezettségének vizsgálata céljából kutatófúrásokat mélyítünk, majd a talajvízből mintát veszünk. A laboratóriumi vizsgálatok eredményeit és a megadott határértékeket figyelembe véve ábrázoljuk a szennyezés hatótávolságát. A 7.1. ábra a talajvíz foszfáttartalmát mutatja.

7.1. ábra - A talajvíz foszfáttartalma



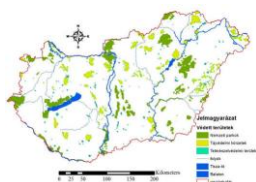
2. 7.2. Természetvédelmi törvény

A természet védelméről szóló **1996. évi LIII. törvény** az internetről letölthető (2. internet hivatkozás). A törvény kimondja, hogy „a természeti értékek és természeti területek a nemzeti vagyoni sajátos és pótolhatatlan részei, fenntartásuk, kezelésük, állapotuk javítása, a jelen és jövő nemzedékek számára való megőrzése a természeti erőforrásokkal történő takarékos és ésszerű gazdálkodás biztosítása, a természeti örökség és a biológiai sokféleség oltalma, valamint az ember és természet közötti harmonikus kapcsolat – nemzetközi kötelezettségvállalásainkkal összhangban történő - kialakítása, mint az emberiség fennmaradásának alapvető feltétele, a természet hatékony védelmének létrehozását igényli.”

Hazánkban a védett természeti terület lehet: nemzeti park, tájvédelmi körzet, természetvédelmi terület és természeti érték.

A hat fejezetből és 85 §-t tartalmazó törvény 67. §-a úgy rendelkezik, hogy a természetvédelmi információs rendszer az **Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer önálló része**. A természetvédelmi hatóság eljárásához szükséges adatokat valamennyi hatóság, állami és önkormányzati szervezet köteles szolgáltatni. Az információs rendszer tartja nyilván a természeti területeket és értékeket. Ezek felhasználásával készülnek a **Nemzeti Parkok**, a **Tájvédelmi körzetek**, és a **Természetvédelmi területek** térképei (7.2. ábra).

7.2. ábra - A hazai védett területek térképe



3. 7.3. Területfejlesztési törvény

A hat fejezetből és 28 §-ból álló területfejlesztésről és a területrendezésről szóló 1996. évi XXI törvény módosítását a 2011. évi CXCVIII. törvény 40 §-a tartalmazza. Ennek figyelembe vételével „2012. január 1-től megszűntek a regionális, a megyei és a kistérségi területfejlesztési tanácsok. A megszűnt regionális és megyei területfejlesztési tanácsok jogutódjai a területileg érintett megyei önkormányzatok lettek. **A területfejlesztési és a területrendezési feladatokat tehát egységesen a megyei önkormányzatok látják el.**” A 9. § 3/f pontja

szerint a megyei önkormányzat feladatai közé tartozik, hogy „részt vesz a Központi Statisztikai Hivatallal és más területi adatgyűjtő szervezetekkel együttműködve a **területi információs rendszer** kialakításában és működtetésében, információkat biztosít a területi tervek készítéséhez;”

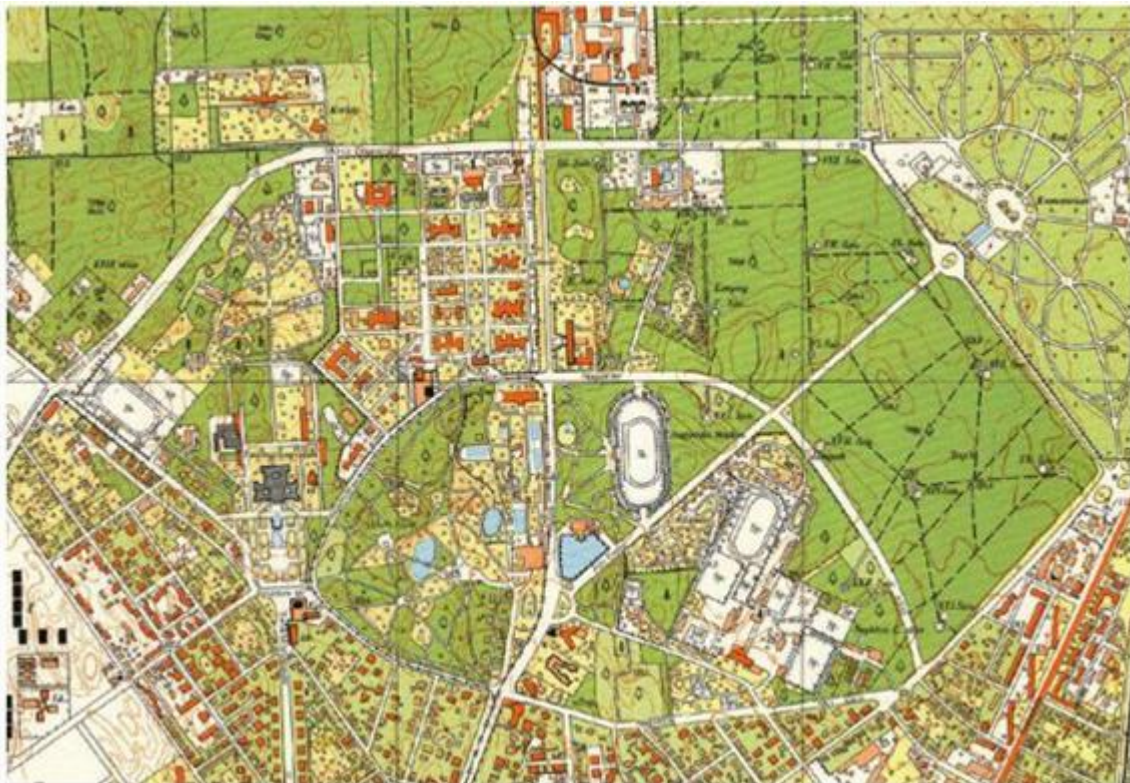
4. 7.4. Földmérési és térképészeti tevékenységről szóló törvény

A földmérési és térképészeti tevékenységről szóló **2012. évi XLVI. törvény** tíz fejezetből áll és 46. §-t tartalmaz (5. internet hivatkozás). A hatályba lépett új törvény lehetőséget nyújt a globális, informatikai, szakmai változások követésére. Meghatározza az adatbázis szemléleten alapuló egységes ingatlan-nyilvántartás átfogó szabályozását, a földmérési, földügyi, és térképészeti szakterülettel kapcsolatos állami alapfeladatokat, továbbá az állami adatbázisok körét és az állami alapadatok előállításának és szolgáltatásának alapvető szabályait. Számunkra **nagyon fontos a törvény minden paragrafusának az alapos ismerete.**

A környezetre vonatkozó adatok értékelését, ábrázolását GIS szoftverek felhasználásával végezzük. A törvény előírja, hogy a térképi adatbázis „térinformatikai rendszerben kezelhető, grafikus, numerikus és leíró adatok összessége” legyen. Az **állami térképi adatbázisokat kötelező használni** többek között a **természet- és környezetvédelmi tevékenység térképi megalapozásához.**

Az állami adatok adatbázisait, illetve az azokra vonatkozó szabályokat a 9. §-22. § tartalmazza. Ezek közül ki kell emelni az általunk gyakran használt topográfiai térképeket (7.3. ábra), amelyekre vonatkozó előírás: „Az állami topográfiai térképi adatbázis állami alapadat-tartalma kötelező alapul szolgál a topográfiai adattartalmat igénylő térinformatikai rendszerek térképi adatbázisainak kialakításához.” A térképek készítésénél a hivatalos földrajzi neveket kell használni, amelyeket a **Földrajzinév-tár** tartalmazza.

7.3. ábra - Debreceni Nagyerdő részlete 1:10 000-es topográfiai térképen



5. 7.5. Digitális térképi szabvány (DAT)

A földmérési és térképészeti tevékenységről szóló 1996. évi LXXVI. törvény miniszteri rendeletének 2. §-a következő fogalmi meghatározásokat tartalmazza:

- a) DAT szabvány: az MSZ 7772-1:1997 digitális alaptérkép fogalmi modell szabvány, ahol a DAT a digitális (vektoros) alaptérképi adatállományokat, illetőleg a digitális (objektum orientált) adatbázisokat jelenti. A DAT szabályzat a DAT szabvány szerinti térképi adatbázisok készítésének szakmai előírásait tartalmazza.
 - b) KÜVET: a hatályos analóg (papír, fólia stb. adathordozón lévő) külterületi ingatlan-nyilvántartási térképek digitális (vektoros) térképi adatállományai;
 - c) BEVET: a hatályos analóg belterületi ingatlan-nyilvántartási térképek digitális (vektoros) térképi adatállományai. A KÜVET és BEVET adatállományokat digitális átalakítással (vektorizálással) hozták létre, és amelyek az ingatlan-nyilvántartási térképek hiteles digitális másolatai;
 - d) DAT adatsere formátum: a DAT szabványban meghatározott adatsere formátum;
 - e) Digitális változási vázrajz esetén
- 1. adat: határvonal, határvonalat alkotó pontok és azonosítók (azonosító: helyrajzi szám, alrészlet jel és alosztály jel);
 - 2. alakzat: digitális alaptérkép állami alapadatai közül a felületszerű objektum;
 - 3. geometriai változással érintett alakzat: az az alakzat, amely a változással érintett alakzathoz közvetlenül csatlakozik és a változás során létrejövő új határpontok (a geometriai változással érintett alakzat szempontjából vonalpontok) miatt geometriája megváltozik;
 - 4. digitális változási vázrajz: digitális ingatlan-nyilvántartási térkép változásait dokumentáló, jelen szabályzatban meghatározott tartalommal készített vázrajz, amely magába foglalja az analóg megjelenítést és a változásról készített digitális térképi állományt is;
 - 5. geometriai leírás: az alakzatok pontokkal és vonalösszekötésekkel (szakaszokkal) való leírása;
 - 6. határpont: a földrészlet, az alrészlet vagy a minőségi osztály határvonal pontja;
 - 7. határvonal: a földrészlet, az alrészlet vagy a minőségi osztály határpontjait összekötő egyenes szakaszok.

A 24.459/1996. FM-FTF rendelet a **DAT1** a digitális alaptérképek tervezésére, előállítására, felújítására, adatsere formátumára, dokumentálására, ellenőrzésére, minőségellenőrzésére, hitelesítésére és az állami átvételre vonatkozó előírásokat tartalmazza. A **DAT1-M1**-ben található a digitális alaptérkép adatbázisának szerkezete, adattáblázatai, adatsere-formátuma és a kezelési szabályai. A **DAT1-M2**-ben határozták meg a digitális térkép jelkulcsait. **DAT1-M3** A digitális alaptérképi adatok belső konzisztenciájának vizsgálati és hitelesítő szoftvere a földhivatalokban. A **DAT2** (24.459/1996. FM-FTF) rendelkezik a földmérési alaptérképek digitális alaptérképpé történő átalakításáról és minőségellenőrzéséről szóló rendelkezések. A **DAT2-M1** ismerteti a Magyarországon használt vetületi rendszerek (STG, HÉR, HKR, HDR, EOV, BOV) egységes követelményeket és a pontosság szerinti transzformációkat.

A digitális térképi szabványnak (DAT) megfelelő térkép tartalmaz állami alapadatokat, alapadatokat és egyéb adatokat. A következő ábra (7.4. ábra) egy település térképének részletét mutatja, amelyen a telkek és épületek rétege látható.

7.4. ábra - Település részletének térképe helyrajzi számokkal és házszámokkal



A digitális alaptérkép (DAT) fogalmáról és előállításának főbb előírásairól részletesebb leírást talál a TAMOP 4.2.5 Pályázat könyvei között.

6. 7.6. Környezeti indikátorok, mutatók

Egy kiválasztott terület környezeti állapotának megállapításánál környezeti probléma merülhet fel, amely már ténylegesen jelentkezett, vagy a jövőben kedvezőtlenre válhat, aminek káros következményei lehetnek. A környezeti problémák többségénél azt tapasztaljuk, hogy általában több környezeti elemnél jelentkeznek, amelyeket különböző okok idéznek elő és a hatásuk különböző kiterjedésű területen, különböző mértékben érezheti hatását. Ezek megállapításához adatokra van szükségünk. Azokat az adatokat, amelyekből mutatókat képezhetünk környezeti indikátoroknak nevezzük (Konkolyné Gy. É. 2003). Ezek az adatok azt jelzik, hogy a mérés időpontjában milyen volt az adott elem állapota (tulajdonsága) és összehasonlításokat végezhetünk más területek adataival. Így az indikátorok segítségével esetleg kevesebb mérés segítségével is jellemző információk nyerhetők.

A környezeti indikátorok lehetnek **közvetlenek**, amelyeket a korábbi mérések adataiból képezünk (pl. egy területen a napsütéses órák évi száma, beépítettség %-os aránya, stb.), **közvetettek**, ha valamely jellemző adottság alapján adnak információt (pl. növényfajok elterjedése – nádasok, kaktuszok, stb.), **aggregáltak**, ha részindikátorokból képezzük (pl. csapadékadatok, szarvasmarha-állomány, tejtermelés, stb.).

Az indikátorokat csoportosíthatjuk az általuk adott információk jellege alapján is. Lehetnek a **környezeti állapotot és a változást jelző indikátorok**. Ilyenek pl. a belvízzel borított területek nagyságának a kiterjedése, illegális hulladéklerakók számának és területének növekedése, stb. **Válaszindikátorok** közé soroljuk azokat az intézkedéseket, amelyek a környezeti terhelés csökkentése érdekében születtek. A fenntartható természeti erőforrás használata és a gazdasági-társadalmi fejlődés közötti mutatók a **fenntarthatósági indikátorok**. A környezeti állapot fenntarthatóságának vizsgálatánál összetett indikátorokkal kell dolgozni, amely több mutatóból (függőségi indexből) tevődik össze.

A felsoroltakon kívül még léteznek különféle környezeti indikátorok (terhelési, teljesítmény, stb.), amelyekről a szakirodalomban található meghatározás. Ennek az órának a keretében csak a legfontosabbakkal foglalkoztunk.

7. 7.7. Térbeli lehatárolások

A környezeti hatások értékelésekor nagyon fontosak a térbeli lehatárolások. **A határvonal kiválasztása a választott kutatási témától függ.** Abban az esetben, ha pl. azt vizsgáljuk, hogy az erdőterületek változása hogyan befolyásolta a Felső-Tisza-vidék hazai szakaszán a Tisza árvizeit, akkor egyrészt a vízgyűjtő terület (7.5. ábra), másrészt az erdőterületek határát, illetve a határ időbeli változását is meg kell állapítanunk. **Az erdőterületek határának változásához jól használhatók a különböző időpontban készült térképek, illetve úrfelvételek.** Természetesen a vizsgálathoz meg kell határozni azokat a kulcselemeket, illetve azok értékeit is, amelyek a folyó vízhozamát, vízállásának változását befolyásolják (pl. csapadék, lejtőszög, kitettség, stb.). A hazai veszélyeztetett területek (Bereg-Szatmári síkság, Bodrogekő, Rétköz) lehatárolása is fontos.

7.5. ábra - A Tisza vízgyűjtő területe



8. Tesztfeladatok

1. Melyik nem téradat-szolgáltatás a NKTR-ben?

- a: keresési szolgáltatás
- b: megtekintési szolgáltatás
- c: feltöltési szolgáltatás
- d: letöltési szolgáltatás

2. A települési önkormányzatnak milyen időközönként kell tájékoztatni a lakosságot a környezet állapotáról? Legalább...

- a: évente
- b: 4 évenként
- c: félévenként
- d: amikor a környezet jelentősen megváltozott

3. Mit ért a szennyezés határértékén?

- a: a szennyezés legkisebb értékét
- b: egy intervallumot, amelyen belül veszélyes
- c: a maximális szennyezettségi értéket
- d: a szennyezésnek azt az értékét, amelynél nagyobb értéknél már veszélyes a környezetre

4. Melyik évben fogadták el a jelenleg érvényben lévő természetvédelmi törvényt?

- a: 1949
- b: 1990
- c: 1996
- d: 2012

5. Hány nemzeti park van Magyarországon?

- a: 10
- b: 2
- c: 5
- d: 19

6. Melyik volt hazánk első nemzeti parkja?

- a: Aggteleki
- b: Kiskunsági
- c: Balaton-felvidéki
- d: Hortobágyi

7. Mikor alapították az első nemzeti parkot hazánkban?

- a: 1950
- b: 1966
- c: 1973
- d: 1974

8. Melyik vetületi rendszert nem használjuk Magyarországon?

- a: HÉR

b: HDR

c: EOVS

d: ECKERT

9. Melyik nem tartozik a környezeti indikátorok csoportosításába?

a: közvetlen

b: közvetett

c: hiányos

d: aggregált

10. A válaszindikátorok célja:

a: környezeti terhelés csökkentése érdekében születtek

b: a környezeti terhelés felmérése

c: a környezeti terhelés mértékének a meghatározása

d: a környezeti szennyezés elfogadása

A megoldások a következő oldalon az Irodalomjegyzék végén található.

9. Irodalomjegyzék

Herczeg, F. 2005. A digitális topográfiai és a digitális földmérési alaptérkép adatkapcsolata. Geodézia és Kartográfia 2.szám

Konkolyné Gyúró, É. 2003. Környezettervezés, Mezőgazda Kiadó, Budapest. p. 402.

MÉM OFTH 54330/1981. sz. T.3. jelkulcsa

A 47460/1983. OFTH F.7. Szabályzat

Az MSZ 7772-1:1997. Magyar Szabvány

A 24.459/1996. FM DAT Szabályzatok

A 98/2002. (X. 17.) FVM rendelettel módosított 21/1995. (VI. 29.) FM rendelet

Az 1997. évi CXLI törvény és a végrehajtására kiadott 109/1999. (XII. 29.) FVM rendelet

Internet hivatkozások (utolsó letöltés 2014.03.24.)

http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=99500053.TV

http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=99600021.TV

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_NMT3/ch01s04.html

A tesztkérdések megoldása: 1:c; 2:a; 3:d; 4:c; 5:a; 6:d; 7:c; 8:d; 9:c; 10:a.

8. fejezet - Környezeti monitoring vizsgálati lehetőségei geoinformatikai adatokkal (Kovács F.)

A monitoring jellegű megfigyelések alapja az időbeliség. Az **időben rendszertelenül vagy rendszeresen megismételt megfigyelésben** a vizsgálat célja, hogy a standarddal való egyezést igazolja, vagy éppen bemutassa az eltérést és annak mértékét. Megkülönböztethetünk felületei, működési és kivizsgálási monitoringot.

A vizsgált élő (növény- és állatvilág) és élettelen környezeti elemektől (víz, levegő, földtani közeg) függ, hogy melyek a monitorozott paraméterek és hogy milyen időközönként ismétlődve történik a rendszeres adatfelvételezés (lásd. 4. fejezetben a TIM). Az állapotváltozás nyomkövetésekor **a monitoring rendszer magában foglalja az észlelést (mérés és megfigyelés) ellenőrzést, nyilvántartást, értékelést és továbbítást.** Tisztában kell lennünk a mérés bizonytalanságaival, amelyeket az eredménnyel együtt kell becsülni és jelenteni, hogy a megfelelés értékelését alaposan el lehessen végezni. Ha környezeti problémáról, szennyezésről van szó, akkor a szennyezőanyag koncentráció térbeli eloszlását, a koncentráció időbeli változását, a szennyezettség élővilágra gyakorolt hatását mérjük. Megfigyelhetjük a változásokat előidéző, illetve a változásokból eredően fellépő folyamatok mértékét és időbeli alakulását (pl. hígulás); ezek alapján prognózisokat készítünk.

A monitoring vizsgálatok alapja a jól megtervezett adatgyűjtés és mivel nagy hangsúly van a folyamatos és aktuális adatszerzésen, kiemelt szerepet kap az elsődleges adatgyűjtés. A pontszerű, terepi mérések (pl. TIM¹, FEVI², OLM³) mellett kihagyhatatlan a közvetett, elsősorban foltszerű, képi adatgyűjtés, amely pontosan és objektíven mutatja be a nagy kiterjedésű területeket is (pl. GMES⁴).

alfogalmak: elsődleges adatgyűjtés, monitoring, felbontás

kulcsfogalmak: közvetlen digitális adatgyűjtés, közvetett digitális adatgyűjtés, geometriai felbontások, időfelbontások, spektrális felbontások

1. 8.1. Közvetlen elsődleges adatgyűjtés

A különböző környezeti tényezőkre vonatkozó elsődleges, közvetlen adatgyűjtéssel a tananyag több fejezetében is foglalkozunk (pl. 4. 5. fejezetek). Az adatszerzésnél a méretarány növelésével az arányok a terepi felvételezés, ellenőrzés felé tolódnak; ez az arány 1:50.000-nél csak 5 %, de 1:5000-nél már legalább 50 %. A monitoringpontok, környezeti folyamatok térbeliségét a terepen többféle méréssel oldhatjuk meg. A koordinátákat meghatározó térképészet, geodézia klasszikus műszereit mára felváltották a gyorsabb, felhasználóbarátabb, digitális teodolitok, mérőállomások, szintezők, GNSS⁵(GPS⁶) vevők. Használatuk hátránya a műszerek ára, amely az elérhető pontossággal jelentősen nő: pl. a GPS vevők ára így nő a tízezer forinttól millió nagyságrendig.

A geodéziai, térképészeti mérések sokrétűségére jó példa a mérőállomás; egy egységben valósítja meg a vízszintes- és magassági szögmérést, a távmérést, a mérés eredményeinek tárolását, kezelését, átalakítását és számítások végrehajtását (8.1. ábra). A műszer a felállítása után nagyon gyorsan, akár több kilométer távolságban is geodéziai pontossággal mér: 1-2 mm + (2-3 ppm x a mért távolság). Új fejlesztés az egy emberes mérést lehetővé tevő robot mérőállomás, amely lézerrimpulzust felhasználva forog a mozgó prizma irányába, majd annak lokalizálása után mér.

8.1. ábra - Koordináta meghatározás mérőállomással (fotók: Kovács F.)

¹Talaj Információs és Monitoring Rendszer

²Felszíni Vízhőmérséklet Információs Rendszer

³Országos Levegőtisztasági Mérőhálózat

⁴Global Monitoring for Environment and Security

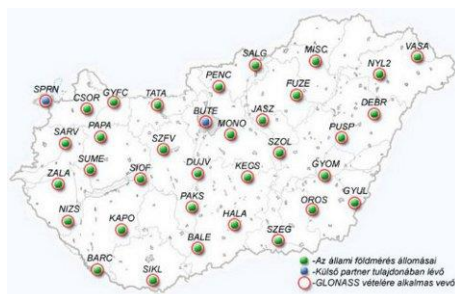
⁵Global Navigation Satellite System

⁶Global Positioning System



Különböző pontosságskálában, gyors koordináta-meghatározást valósíthatunk meg GPS vevőkkel. A GNSS kiépülése a jelenleg aktív amerikai és orosz műholdas rendszerek mellett a jövőben az európai és kínai program megvalósulásával lesz teljes. **A több méteres eltéréssel dolgozó navigációs, illetve a szubméteres pontosságú térinformatikai mérések mellett szubcentiméteres geodéziai GNSS mérésekre is van lehetőség.** Egy ismeretlen pont nagy pontosságú koordináta meghatározását csak relatív módon oldhatjuk meg. Ebben az esetben a terepi mérésünkkel párhuzamosan szükségünk van ismert koordinátákkal bíró pont(ok)ban mért referenciaadatokra. A referenciamérés megadja az ismert koordináta és az itt végzett mérés eltérését, vagyis a hiba mértékét, amit ráterhelünk az ismeretlen pontban végzett terepi mérésre. Magyarországon a **valós idejű GNSS hálózat** működésével 35 hazai, hálózatban üzemeltetett referenciaállomás működik éjjel-nappal (amit kiegészítenek a határon túli pontok) (8.2. ábra). A folyamatos működésnek és az internetes szervernek köszönhetően az ország bármely pontján, valós időben kaphatjuk meg a hiba mértékét; így gyorsan és a fázismérés korrekcióknak (RTK) köszönhetően nagy pontossággal mérhetünk.

8.2. ábra - Hazai permanens referencia állomások a valós idejű GNSS hálózatban (forrás: GNSSnet)



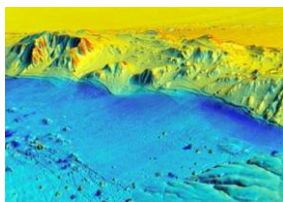
2. 8.2. Közvetett elsődleges adatgyűjtés

A **lézerszkennerek (LIDAR)** első ránézésre hasonlít a geodéziai mérőállomáshoz. Az adott pont és a műszer távolságának mérésekor a mérést segítő lézersugár vízszintes és magassági szögét rögzíti a műszer, így nagy pontossággal kiszámíthatóak a megmért pont 3D koordinátái. Ez a műszer **a lézersugárral gyakorlatilag végigpásztáz mindent a környezetében.** A pontfelhő több millió pont koordinátáját határozza meg, ami nagy adatmennyiséggel jár. A méréssel, feldolgozással járó 3D kiértékelési folyamat nagyon gyors, illetve képi adatforrással kiegészítve a vizualizáció nagyon jó (fotorealistikus modell). A lézerszkennerek a távolság mellett ma már intenzitást is mér, ami képi információkat is ad a felmérésnek, segít a felszíni objektumok azonosításában. A közvetett adatszerzést végző repülőgépes LIDAR domborzati (DDM⁷) és terepi (DTM⁸) mérésekre is alkalmas, mivel egyedüli módszerként a vegetációval (erdővel) borított területeken a növényzet (fák) magassága mellett a domborzatot is felvételezi (8.3. ábra). A pontsűrűség a légi felmérés esetében a kisebb (általában 5-10 pont/m²), de akár 200 pont/m² is lehet. Fontos, hogy ez az aktív adatszerzés kevésbé függ az időjárástól és a napszaktól és vízmélység és meder felméréshez is jó a rövidebb hullámhosszú lézersugárral. Bár a költséghatékonyság rendkívül nagy, maga az adatszerzés drága.

⁷Digitális domborzatmodell

⁸Digitális terepmodell

8.3. ábra - Földrengés vizualizációja LIDAR adatok alapján (kék árnyalatok: a terület lefelé mozdult el; piros árnyalatok: a terület felfelé mozdult el) (forrás: Oskin, M.)



A fotogrammetriánál is van lehetőség földi adatgyűjtésre, ám a térképként használható ortofotót a földrajzi gyakorlatban szinte kizárólag légifotók feldolgozásából kapjuk meg. **Rendszeres magyarországi légifelmérések** az 1950-es évektől jellemzők. A múlt században még általában fekete-fehér, kis méretarányú (1:25.000) katonai felvételezésekkel általában 10 évente fedték le az országot. Rendszeres, de időszakos felvételezés készült és készül jelenleg is a Vízügyi Szolgálat révén élővizekről, vízügyi létesítményekről, ár- és belvízi eseményekről, színes infravörös képek is (8.4. ábra). Az erdőgazdasági felméréseket a nagy pontosságú erdészeti légifotók segíthetik.

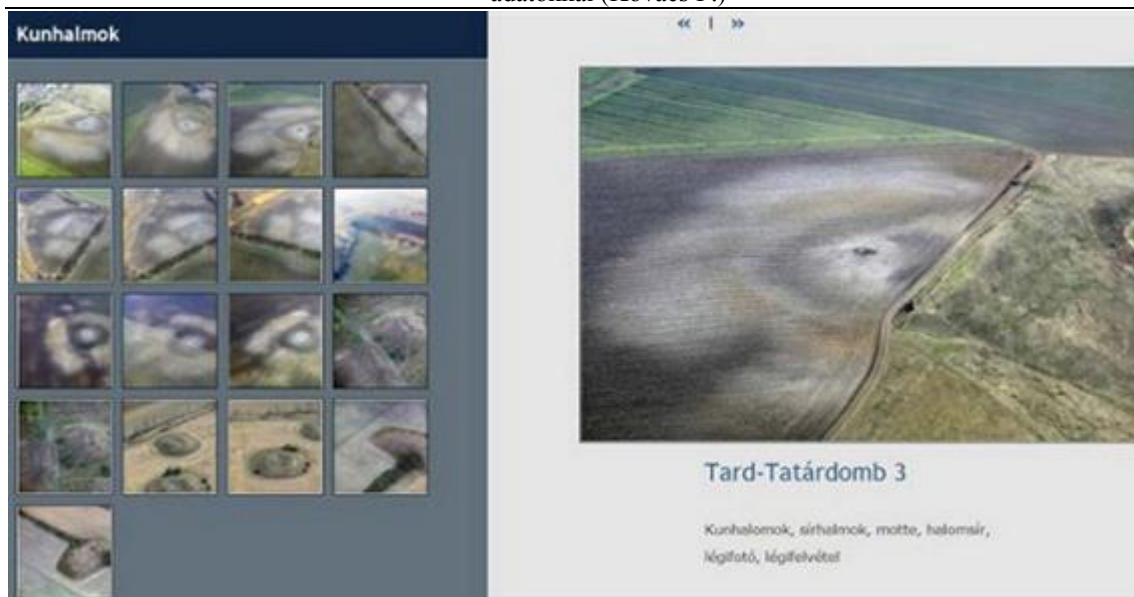
8.4. ábra - Katonai légifelvételzés területi fedettsége Magyarországon 1966. év példáján, illetve a 2000. évi ár- és belvíz infravörös fotón Csongrádnál (adatok: Topomap, Vituki Rt. - Argos)



A környezet folyamatos változása és a tudatos, emberi környezet-átalakítás eredménye, hogy az elmúlt időszakban egyre gyakrabban találkozhatunk környezeti katasztrófákkal. Az operatív védekezésben, a megelőzésben, a folyamatok térképezésében a képi adatszerzés elsődleges fontosságú (Csornai et al. 2000, Rakonczai et al. 2003). Kisebb mintaterületek tudományos vizsgálatában sok esetben találkozhatunk saját felvételezéssel, adatgyűjtéssel (Tobak et al. 2008).

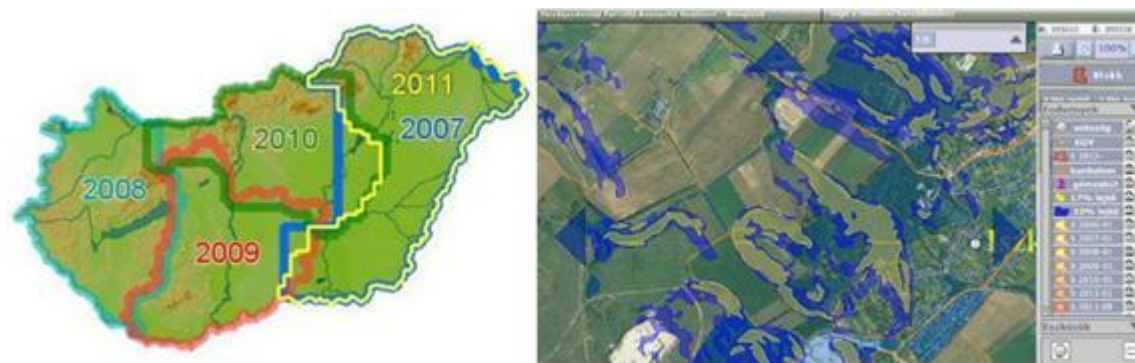
A légifelvételzési adatszolgáltatás, feldolgozás nem csak a repülőgépes fotogrammetriai mérőkamerák használatáról szól. A sárkányrepülőről, kisrepülőgépről speciális luftballonokról történő lehetőleg rendszeres képkészítés is – amellet, hogy olcsóbb – segíthet a térképezésben, tervezésben (8.5. ábra).

8.5. ábra - Kunhalom légifotók a www.legifoto.com-on



A Magyarország Légifelmérése Programnak és az erre épülő Magyarország Digitális Ortofotó Programnak (MADOP) köszönhetően 2000 óta országos fedettségben, rendszeresen elérhetők légifotók, ortofotók, melyek az ország térinformatikai alapját biztosítják (Winkler 2001). A gyakorlatban 3-5 évente az ország bármely pontjáról van legalább 0,4-0,5 m-es pixelméretű képünk, amelyek a 2008. évtől infravörös tartományban is készülnek (8.6. ábra). Környezeti kérdésekben kiemelhető alkalmazások a meglévő térképek aktualizálása; mint például az 1:10.000-es topográfiai, vagy az 1:4000-es külterületi térképek, illetve a Corine Land Cover 1:50.000-es felszínfedettség térkép. A Magyar Topográfiai Programhoz igazodva 3D adatok előállítását is elősegíti, mivel **egy tárgyról két különböző álláspontból készült képpel lehetőségünk van térfotogrammetriai kiértékelésre**. Az agrártámogatási, ellenőrzési rendszerhez parcella szintű digitális fotótérképeket állítanak elő (MEPAR⁹). Sok EU tagország alkalmaz távérzékeléses ellenőrzést, mivel az Integrált Igazgatási és Ellenőrzési Rendszer (IIER) folyamataiban az ellenőrzésre szánt idő a feladat méretéhez képest nagyon rövid, és a terepi ellenőrzés költségei magasak. Az objektivitás szükségessége indokolja, hogy az EU elősegítse az űr- és légifelvétel minél szélesebb körű alkalmazását a mezőgazdasági parcellákhoz kötődő kifizetések ellenőrzése során. Számos interpretációs feladatot is elláthat: belvizes, árvizes területek rendezési tervéhez aktuális adatszolgáltatás, illetve talajerózió, környezeti állapot, illegális hulladék, engedély nélküli építkezések térképezése.

8.6. ábra - Magyarország légifelvételzése program területi lefedettségei (2000, 2005.: egész Magyarország) és az ortofotó, mint a MePAR alapja (adatok: FÖMI, MePAR)



2.1. 8.2.1. Fotogrammetria, vagy távérzékelés?

Klasszikus megközelítésben a fotogrammetria elsősorban a mennyi (koordináta, terület, stb...), míg a távérzékelés a milyen (felszín jellege, vegetáció és víz mennyisége, stb....) kérdésre válaszol. Az ezredforduló óta az IKONOS és a QuickBird érzékelőkkel megjelenő, 0,6–4 m-es geometriai felbontású műholdas

⁹Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer

fotogrammetria megváltoztatta ezt a klasszikus nézetet, igaz a szupernagy felbontású űrfelvételek a látható fényen kívül csak a közeli infravörös tartományban érzékeltek. Így a monitoring vizsgálatokban elsősorban a geometriai, térképezési előnyöket használhatjuk ki (8.7. ábra és videó). Ez a nagy felbontás csak megrendelésre készít képeket – nem folyamatosan –, valamint az ezredforduló óta működnek amit a monitoring tervezésénél figyelembe kell venni. A felbontás növekedésével jelentősen nő a képek védelmi használata; 1 m-nél a polgári célok csak kb. 10 %-os részesedéssel bírnak. Az újabb generáció több szempontból is tovább növelte a részletességet: a GeoEye 0,41 m-es pankromatikus felbontás mellett 1,65 m-es multispektrális üzemmóddal bír, míg a World View II a 0,5 m-es legnagyobb felbontás mellett 8 hullámhossz-tartományban felvételez 2 m-es felbontással (8.8. ábra). A programozhatóságnak köszönhetően az időfelbontás körülbelül 3 nap. Az oldalra tekintő tükörrendszerrel off-nadír helyzetben készített képek torzulása minimális. A fejlett technológia ellenére a légifelvételek hazai alkalmazása gyakoribb, mivel a 15-16 km-es szélességben készülő műholdképek ára nagyon magas, igaz egy hasonlóan nagy terület légifotó-mozaik feldolgozása munkaigényesebb.

8.7. ábra - Műholdképes fotogrammetria; szabadon elérhető QuickBird felvétel: Maros menti terület 2006.09.12-én (forrás: Google Earth) + VIDEÓ



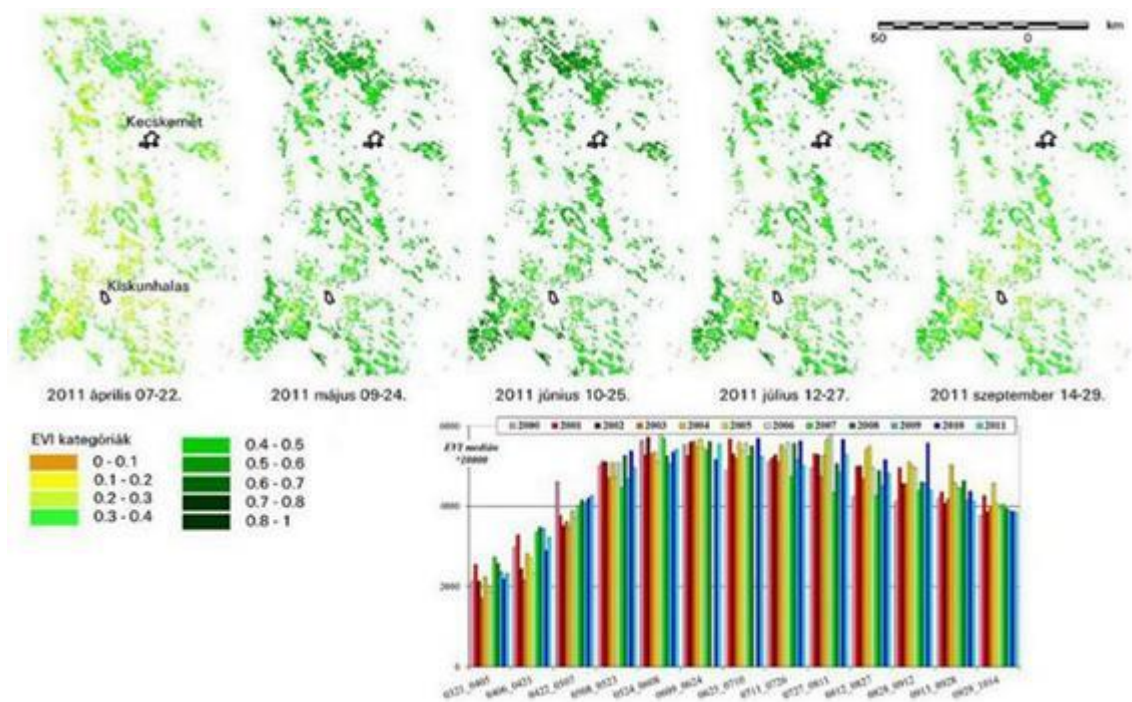
A videó az alábbi linkre kattintva indul el. - Mintaterület több időpontú megfigyelése Google Earth adatok alapján.

8.8. ábra - Földmegfigyelési műholdprogramok és a felvételek jellemzői

	Rendszer	Felvétel szélessége	Képsávok száma	pixel méret (függőleges megfigyelés esetén)	Alkalmazás léptéke
Kis-felbontás (1 – 4 km)	NOAA AVHRR	3000 km	5	1,1 km	1:1.000.000
	SPOT 4/5 Vegetation	2250 km	4	1,15 km	1:1.000.000
	MODIS	2330 km	36	250 m - 1 km	1:250.000 és kisebb
Közepes felbontás (25-120 m)	Landsat TM (ETM+)	185 km	7	30 m	1:100.000
	IRS LISS	140 km	4	23 / 70 m	1:100.000
	ASTER	60 km	14	15 / 30 / 90 m	1:50.000-100.000
Nagy felbontás (5-20 m)	SPOT 4/5	60 km	4	10 / 20 m	1:50.000
	IRS-1D PAN	70 km	1	5,6 m	1:25.000
	Rapid Eye	77 km	5	5 m	1:25.000
Ultra nagy felbontás (0,6 – 4 m)	SPOT 5 PAN	60 km	1	2,5 m	1:12.500
	Ikonos	11 km	4 és 1	4 / 1 m	1:5.000 - 1:10.000
	Geo Eye	15,2 km	4 és 1	1,65 / 0,41 m	1:5.000 - 1:10.000
	QuickBird	16,5 km	4 és 1	2,44 / 0,61 m	1:5.000 - 1:10.000
	World View	16,4 km	8 és 1	2 / 0,5 m	1:5.000 - 1:10.000
	Orbview-3	8 km	4 és 1	4 / 1 m	1:5.000 - 1:10.000

A kis geometriai felbontású műholdképek adatai feldolgozott formában is elérhetőek ingyen az interneten. A nagy pixelméretben rejlő hibák kiküszöbölésére a nagy időfelbontásnak köszönhetően MVC (Maximum Value Compozit) képeket hoznak létre. Egy rövidebb időtartam alatt készült felvételek közül minden területre kiválogatják a legjobb értékű pixeleket, így az adott időszak különböző napjainak celláiból állhat elő egy pontosabb kompozitkép. Az LP DAAC DataPool adatbázisban található a MODIS képei, itt a napi adatokon kívül 8 és 16 napos MVC-ket találhatunk. A feldolgozásra jó példa a 16 napos, 250 m felbontású vegetációs index kép (NDVI, EVI), amely kiválóan alkalmas az elmúlt 12 év regionális növényzeti monitoringjára (8.9. ábra és videó). Ilyen felvételek adják a Globális Bioszféra Monitoring Program alapadatait. Termális anomália felvételekkel az erdőtüzeket figyelik meg.

8.9. ábra - Erdőterületek monitoring vizsgálata MODIS felvételek alapján (Kovács 2012) + VIDEÓ



Az animáció az alábbi linkre kattintva indul el (forrás: NASA earthobservatory) - Globális Bioszféra Monitoring

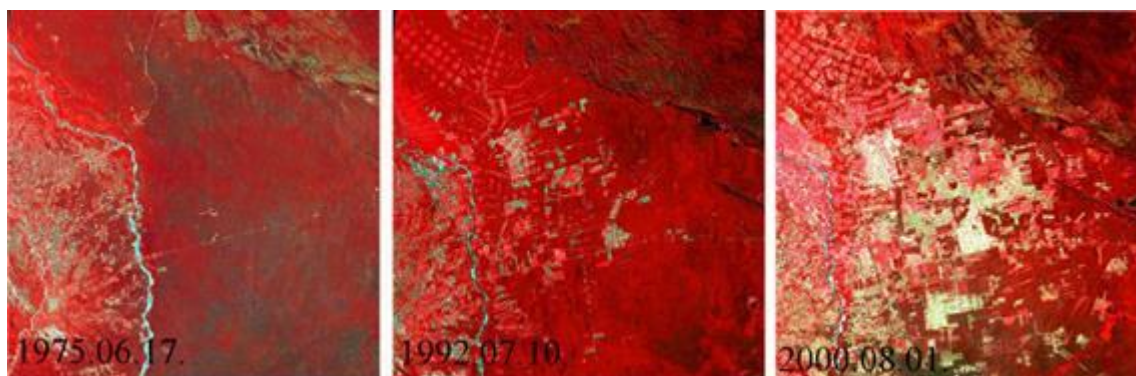
Az 1980-as évektől készülő közepes felbontású képek elérhetőségén sokat javítottak az elmúlt években megnyíló adatbázisok (GLOVIS) és a kevésbé drága felvételeket készítő szenzorok (pl. ASTER, RapidEye). A kategória legszéleskörűbben ismert tagja a LANDSAT, amely több, mint 30 éve folyamatosan készít képeket és nagy területre vonatkozóan tesz lehetővé akár 1:50.000 méretarányú térképezést. A multispektrális tartalomnak köszönhetően jellemzőek és jól ismertek a felszínfedettségre, vegetációra és a vízre vonatkozó minőségi paramétereket is adó monitoring vizsgálatok, melynek alapadatai szabadon elérhetők (8.10-12.ábra és videó).

8.10. ábra - LANDSAT alapú monitoring Csernobil városára (forrás: USGS LANDSAT Gallery) + VIDEÓ

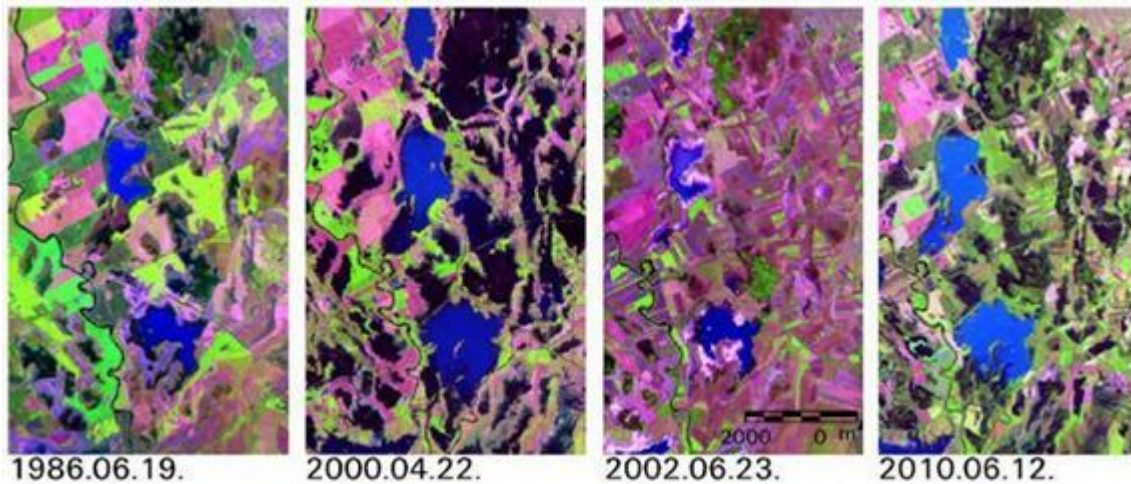


A videó az alábbi linkre kattintva indul el. - GLOVIS adatbázis használata

8.11. ábra - LANDSAT alapú monitoring a bolíviai esőerdőkre (forrás: USGS LANDSAT gallery)

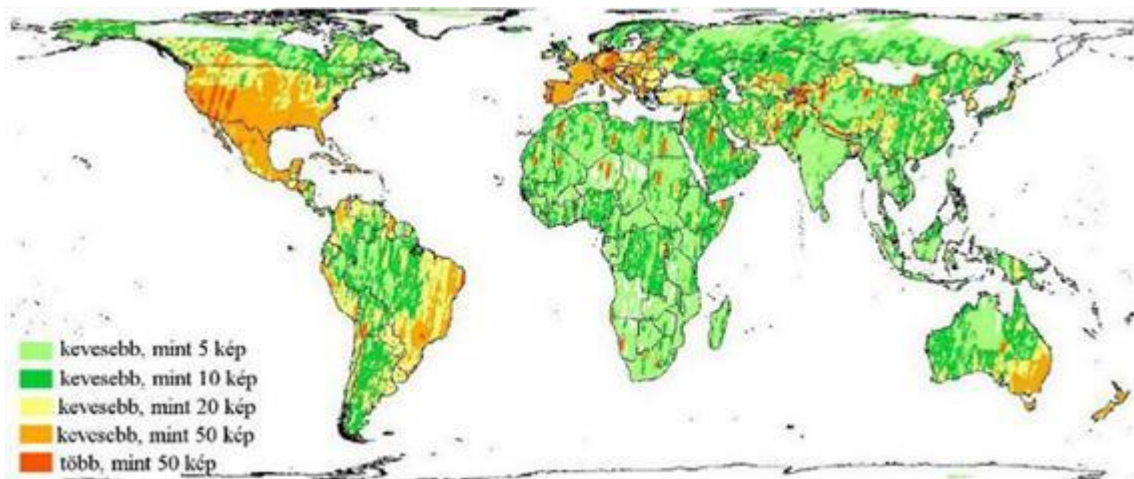


8.12. ábra - LANDSAT TM alapú monitoring magyarországi, szikes, vizes élőhelyen



A nagy felbontású Rapid Eye 2008 augusztusa óta készít képeket. A nagy időfelbontást egyszerre 5 db műhold használatával éri el, amely napi időfelbontást tesz lehetővé (8.13. ábra). Nagy előnye az 5 m-es részletesség és az 5 sáv használata mellett, hogy nagyon kedvező áron érhető el.

8.13. ábra - RapidEye globális fedettség 2011-ben (forrás: RapidEye Coverage Maps)



Többféle távérzékelési adatgyűjtést végez a környezeti változások nyomonkövetésére, az EU által tervezett GMES (Global Monitoring for Environment and Security) program. A 8.8. ábrán látható Vegetation, SPOT, LANDSAT műholdakon kívül ide sorolhatók pl. az Envisat, illetve a program keretében kifejlesztett Sentinel 1-6. A GMES részét adó SPOT műholdas termékcsalád alapján 2014-től a többféle műhollddal (SPOT-4, -5, -6, -7, Pleiades, FORMOSAT, DEIMOS, TerraSAR és TanDEM) tervezett konstellációknak köszönhetően kisebb területre naponta több, 0,5-2 m-es részletességű, nagyobb területre 2-3 naponta egy legalább 22 m-es képi adat lesz elérhető (8.14. ábra). Krízishelyzetekben 6 órán belül kész a referencia-térkép, 24 órán belül kész a kártérkép napi frissítéssel.

8.14. ábra - Nagy tér- és időfelbontású monitoring: one-stop-shop (forrás:ASTRIUM Satellite Imagery)



Egyik legnagyobb hátrány nem a felvételezés műszaki paramétereire, az időjárási körülményekre, vagy az elérhetőségre vonatkozik, hanem a megvásárlási árakra (8.15. táblázat). A geometriai felbontás növekedésével ugrásszerűen nő az ár. A táblázat a rendelkezésre álló árakat alapján (2012. december) általában a legolcsóbb és legdrágább két dimenziós lehetőségeket veszi számba. A megrendelési és pontossági variációk száma a felsoroltaknál lényegesen több.

8.15. ábra - Néhány képi adat jellemzője és ára

	ár:Ft/km ²	programozás esetén [Ft/km ²]	Geometriai felbontás	Spektrális felbontás	Időfelbontás	Feldolgozottság
LANDSAT	ingyenes	–	30 m	7 sáv	16 nap	GTCE+
SPOT-4, 5	215 (263)	280 (325)	10 m	4 sáv	programozható 1-4 nap	2A (Ortho)
SPOT-5	430 (480)	495 (540)	5 m	4 sáv	programozható 1-4 nap	2A (Ortho)
SPOT-5	645 (695)	710 (755)	2,5 m	4 sáv	programozható 1-4 nap	2A (Ortho)
Rapid Eye	270	270	5m	5 sáv	programozható 1 nap	1B és 3A
World View	3530	4860	0,5-2 m,	8 sáv 1 sáv	programozható 1-4 nap	Ortho és Pro
Geo Eye	2760	5525 (8840)	0,5-2 m	4 sáv 1 sáv	programozható kb. 3 nap	Geo (Precision)
Ortofotó (MADOP)	5100*	-	0,4 m	-	3-5 évente	ortofotó

Átszámítási árfolyam: 1EURO = 287 Ft; 1USD=221 Ft (forrás: Fömi, Astrium, RapidEye, Spaceimage, Digitalglobe) GTCE+: geometriai korrekció domborzatmodell alapján 2A, illetve Geo: kétdimenziós geometriai korrekció térképi, műszaki paraméterek alapján 1B és 3A: radiometrikusan korrigált alapadat és ortokorrigált kép Geo és Precision: radiometrikusan korrigált alapkép és ortokorrigált felvétel Ortho, illetve Pro: ortokorrigált képek (képtranszformáció felszíni illesztőpontok és domborzatmodell alapján) *: 2011. évi légifelvételek (a 2000. évi már csak 630 Ft)

3. Tesztfeladatok

1. A felsoroltak közül melyik monitoring rendszer?

- a, Talaj Információs és Monitoring Rendszer
- b, Global Navigation Satellite System
- c, Rapid Eye
- d, MePAR

2. Milyen műszert használna a koordináták meghatározásához?

- a, LANDSAT
- b, mérőállomás
- c, GNSS vevő
- d, MODIS MVC kompozit

3. Melyik GPS (GNSS) vevő a legpontosabb?

- a, navigációs
- b, geodéziai
- c, térinformatikai

4. Melyik megállapítás helyes?

- a, A mérőállomással 1-2 mm-es pontossággal mérhetünk.
- b, A GNSS vevővel szubcentiméteres pontossággal mérhetünk.
- c, MODIS műholddal 1:50.000 méretarányban térképezhetünk.
- d, Egy kisebb pontsűrűségű LIDAR mérés általában 1-2 pont/10m²

5. Mi jellemzi a hazai a valós idejű GNSS hálózatot?

- a, a rendszer az európai Galileo műholdaknak köszönhetően működik
- b, 10-15 db hazai referenciaállomással működik éjjel-nappal
- c, az ország bármely pontján, valós időben kaphatjuk meg a GPS mérésünk hibaértékét

6. Melyek a LIDAR felvételezés előnyei?

- a, terepi és légifelmérésen alapuló alkalmazások is ismertek
- b, a távolság mellett intenzitást is mérhet, ami képi információkat ad a felmérésnek
- c, a módszer nagyon időjárásfüggő
- d, növényzettel fedett területen is felméri a domborzatot

7. Melyik műholdkép alkalmas 1:50.000 térképezésre?

- a, SPOT Vegetation,
- b, IRS Pankromatikus

c, RapidEye

d, MODIS

8. Melyik mondat igaz?

a, A World View, GeoEye folyamatosan készített adataiból a keresőrendszerben csak utólag rendelhető képek.

b, A kis geometriai felbontású műholdképek adatai ingyen elérhetőek az interneten.

c, A közepes felbontású műholdképek az ultra nagy felbontásnál kisebb területeket felvételeznek.

9. A felsoroltak közül melyik műhold?

a, GLOVIS

b, MADOP

c, LIDAR

d, SPOT

10. Melyik megállapítás helytelen?

a, WorldView műholdkép kisebb területet fed le, mint egy SPOT műholdfelvétel,

b, MODIS képpel időben gyakrabban térképezhetünk, mint LANDSAT képpel,

c, A vegetáció minőség vizsgálatnál a RapidEye felvétel pontosabb, mint az ortofotó.

d, Egy közepes felbontású kép ára a nagy felbontásnál drágább.

A megoldások a következő oldalon az Irodalomjegyzék végén található

4. Irodalomjegyzék

Busics, Gy. 2010. Műholdas helymeghatározás 7. Aktív GNSS hálózatok és szolgáltatásaik. Digitális Tankönyvtár. TAMOP 4.2.5 pályázat könyvei.

Csornai, G.; Lelkes, M.; Nádor, G.; Wirthardt, Cs. 2000. Operatív árvíz- és belvízmonitoring távérzékeléssel. Geodézia és Kartográfia 52/5. pp.6-12.

Kovács, F. 2012. A klímaváltozás földrajzi hatásainak értékelése távérzékelési módszerekkel. In.: Kockázat – Konfliktus – Kihívás. VI. Magyar Földrajzi Konferencia, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tszk. Szeged. pp.444-452.

Mucsi L. 2004. Műholdas távérzékelés. Libellus Kiadó, Szeged. p.250.

Mucsi L.; Kovács F.; Szatmári J.; Nagyvárad L. 2011. Geoinformatika alapjai. E-jegyzet.

Rakonczi, J.; Csató, Sz.; Mucsi, L.; Kovács, F.; Szatmári, J. 2003. Az 1999. és 2000. évi alföldi belvíz-elöntések kiértékelésének gyakorlati tapasztalatai. Vízügyi Közlemények, 1998-2001. évi árvízi külön füzetek. IV. kötet. pp.317-336.

Tobak, Z.; Szatmári, J.; van Leeuwen, B. 2008. Small format aerial photography – remote sensing data acquisition for environmental analysis. Journal of Environmental Geography, Vol. I. No. 3-4. pp.21-26.

Verőné Wojtaszek, M.; Büttner, Gy. 2010. Fotointerpretáció és távérzékelés 3. A lézer alapú távérzékelés. Digitális Tankönyvtár. TAMOP 4.2.5 pályázat könyvei.

Winkler P. 2001. Magyarország légifényképezése 2000. Geodézia és Kartográfia 53/7.

Internet hivatkozások (utolsó letöltés 2014.03.24.):

Bioszféra Program: <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/WorldOfChange/biosphere.php>

FÖMI – MADOP: <http://www.fomi.hu/portal/index.php/termekink/legifelvetelek>

GMES: <http://www.gmes.info/>,
http://en.wikipedia.org/wiki/Global_Monitoring_for_Environment_and_Security

GNSS net: <http://www.gnssnet.hu>

Google műholdkép adatbázis: <http://maps.google.hu>

LANDSAT monitoring: http://landsat.usgs.gov/gallery_view.php?category=greenflag&thesort=pictureId

Légifotózás: <http://www.legifoto.com>

Légifotózás - Civertan Bt.: <http://www.civertan.hu>

MEPAR: <http://www.mepar.hu>

NASA earthobservatory: http://earthobservatory.nasa.gov/GlobalMaps/view.php?d1=MOD13A2_M_NDVI

Oskin, M: <http://www.popularmechanics.co.za/sci-tech-news/3d-laser-map-shows-earthquake-before-and-after/>

RapidEye: <http://www.rapideye.com>, http://www.rapideye.com/upload/RE_Product_Pricelist.pdf

SPOT honlap: <http://www.astrium-geo.com/>

Topomap: <http://www.topomap.hu>

USGS GLOVIS adatbázis: <http://glovis.usgs.gov/>

USGS LPDAAC: https://lpdaac.usgs.gov/get_data/data_pool

Tesztfeladat megoldások: 1: a; 2: b, c; 3: b; 4: a, b; 5: c; 6: a, b, d; 7: b, c; 8: b; 9: d; 10: d.

9. fejezet - Környezeti értékelést támogató statisztikai adatelemzés (Bugya T.)

Ebben a fejezetben megismerkedhetünk a környezeti, táji adatok feldolgozásához nélkülözhetetlen geostatisztikai módszerekkel a hiba, az adatfelvétel, a mintavétel, az eloszlások, az összefüggések, stb. tárgyalásán keresztül.

alfogalmak: statisztika, adat

kulcsfogalmak: hiba, adatfelvétel, mintavétel, eloszlások, összefüggés, változás

1. 9.1. Adat és sokaság

A statisztika keretében alapvető fontosságú az adat fogalma. Megkülönböztetünk abszolút és származtatott adatokat. Az abszolút adatok a vizsgált jelenség megfigyeléséből közvetlenül származó adatok, általában semmilyen eljárással nem változtattuk meg az értéküket. Alkalmanként azonban előfordulhat, hogy a megfigyelés, mérés során szerzett adatokat valamelyest módosítani kell, például a használt eljárás, vagy műszer ismert mérési hibájának kiejtése végett. Ilyenkor az eredeti megfigyelésből származó adatokat nyers adatoknak, az ismert hiba kiejtése után eredményül kapottakat pedig tisztított adatoknak nevezzük. A méréssel kapott (nyers vagy tisztított) adatok feldolgozásával kapjuk a származtatott adatokat. A származtatott adatokból általában nem lehet visszakövetkeztetni az eredeti adatokra, tehát kevesebb információt tartalmaznak mint az abszolút adatok. Igaz ugyanakkor, hogy a bennük levő információ-mennyiséget az adott felhasználási forma számára célszerű módon tartalmazzák.

Bár általános, hogy a mindennapok során, a társadalmi-gazdasági folyamatok elemzésekor, valamint jellemzően természeti jelenségek feltárásához is származtatott adatokat használunk, a megfigyelésből, mérésből származó abszolút adatok (a nyers és a tisztított is!) tárolása mindenképpen kívánatos. Erre napjainkban igen kis költséggel és nagy megbízhatósággal nyílik lehetőség, másrészt a folytonosan fejlődő feldolgozási eljárások következtében így módon lehetőség van arra, hogy később, netán évek múlva, új megvilágításban értékeljük a korábbi eredményeket. Mindazonáltal az adatok tárolásakor kiemelt fontosságú, hogy az egyes adatokat, adatsortokat úgy tároljuk, hogy minden rájuk vonatkozó információ egyértelműen megmaradjon (pl. adatgyűjtés helye, ideje, módszere, célja, adatgyűjtő személye, stb.) Természetesen a fentebb leírtak nemcsak egyedi adatokra, hanem kisebb vagy nagyobb adatsorokra is érvényesek.

A statisztikai elemzések mindig tömegesen előforduló jelenségekkel foglalkoznak, illetve az ezekből vett, jellemzően nagy elemszámú, mintával. Vagyis azt mondhatjuk, hogy a statisztika a tömegjelenségeket, a tömegesen előforduló jelenségek tulajdonságait írja le. Elmondhatjuk azt is, hogy a statisztika egyedi jelenségekkel, egyedi eseményekkel nem foglalkozik, azok értelmezésére nem megfelelőek a módszerei.

Igaz ugyanakkor az is, hogy a tömegjelenségek az egyedi jelenségek összességeként jelennek meg, vagyis minden esetben egyedi jellemzőkkel rendelkező összetevőkből állanak össze. A sokaság ezen legkisebb része az egység, mely ismérvekkel jellemezhető. A statisztikai vizsgálat szempontjából az ismerv jellemzi a statisztikai adatot. Ezek lehetnek időbeli, térbeli, minőségi, mennyiségi ismérvek, ezeken belül pedig ismervváltozatok létezhetnek.

Nincs pontos definíció arra nézvést, hogy a „sokaság” voltaképpen mennyi egyedből álljon. A statisztikai módszerek tulajdonságaiból következően természetesen az lenne a legjobb, ha minél több adatra lehetne szert tenni, ennek a törekvésnek azonban gátat szab az adatgyűjtés esetleges korlátozottsága, a feldolgozás nehézségei, sőt nemritkán az emberi lustaság is. Mindazonáltal azt mondhatjuk, hogy néhány tucatnyi adatnál kevesebb nem alkalmas arra, hogy komoly feldolgozást végezzünk, de ha több nem áll rendelkezésre, legalábbis tájékozódó vizsgálatokra használható. Általában nem szükséges néhány ezernél nagyobb minta sem, de a felső határ bármiféle megvonása igen merész vállalkozás lenne, hiszen vannak olyan sokaságok, melyek összesen néhány száz egyedből állnak (pl. veszélyeztetett fajok), míg mások esetében a néhány ezer elem még igen szegényesnek számít (pl. globális klímaváltozás vizsgálatoknál).

1.1. 9.1.1. A statisztikai adatok pontossága

1.1.1. 9.1.1.1. Pontosság, hiba, a hibák meghatározása

Adataink általában nem pontosak, illetve azt mondhatjuk, hogy csupán valamilyen határon belül pontosak, vagyis a mérési, megfigyelési adatok nem feltétlenül mutatják tökéletesen egzaktul a megfigyelt jelenség éppen aktuális állapotát, hanem valamilyen hibával terhelt adják vissza. E hiba számos forrásból eredhet. Ki kell emelni, hogy eredményeinket általában már eleve valamekkora hibával terheli az a tény, hogy csupán korlátozott számú mérést, illetve mintavételezést lehet végrehajtani. A mérések, vagy mintavételezések számának emelése csökkenti a hiba valószínű nagyságát, ezért célszerű törekedni - a lehetőségek határain belül - a mérési, vagy mintavételezési eredmények számának növeletére, ügyelve természetesen arra, hogy a mérés, mintavételezés pontossága ne szenvedjen csorbát. Fontos tisztában lenni az adatok pontosságával, illetve azzal, hogy az adatközlésben milyen módon jelzik az adatok pontosságát, ugyanis ezek figyelmen kívül hagyása hibás eredményhez vezethet az adatfeldolgozás során. Előfordulhat az is, hogy az elemző -- mivel figyelmen kívül hagyta az adatok pontosságának korlátozott voltát -- olyan jelenséget igyekszik vizsgálni, vagy valamely jelenség olyan finom változásait igyekszik magyarázni, amelyek a valóságban nem is léteznek.

1.1.2. 9.1.1.2. Szignifikáns számjegy

Az adatközlés során igen gyakran a szignifikáns számjegy megjelölésével jelzik a közölt adatok pontosságát. A szignifikáns számjegy az a számjegy, amely a közölt adat utolsó, még ismert értéket hordozó számjegye. Az utána következő számjegyek konkrét értékkel már nem rendelkeznek, csupán az adat nagyságrendjét határozzák meg. A szignifikáns számjegy helyiértéke mutatja egyben az adat pontosságát is, ugyanis a helyiértékének a felét hozzáadva a szignifikáns jegynél csokolt számhoz, illetve kivonva belőle a felét, megkapjuk azt a tartományt, amelyen belül az adat pontos értéke helyezkedik el (jelzése: $\pm$, "pluszminusz"). Gyakran úgy jelzik a szignifikáns jegy helyiértékét, hogy a közölt adatok mértékegységében utalnak rá, pl. ezer fő, 100 tonna, stb. Ez a módszer nem pontatlanságot eredményez, hiszen a hiba mértékének ismeretében éppen hogy pontosabbak az adataink, mint anélkül. Fontos tisztában lennünk vele, hogy bizonyos jelenségek, események nem jellemezhetők tetszőlegesen pontosan, csak azzal az legszűkebb intervallummal, amelyen már biztosan belül van a pontos érték.

1.2. 9.1.2. Abszolút hiba, relatív hiba, hibakorlát

Az abszolút hiba nem más, mint az adat pontos értékét közelítő mérési értéknek e pontos értéktől való eltérése. Ez általában -- éppen a hiba pontosan ismeretlen nagysága miatt -- nem határozható meg. Ha az abszolút hiba valamely mérésnél például 0,012 kg, ez azt jelenti, hogy a mért érték a mért jelenség pontos értékétől 0,012 kg-mal tér el.

9.1. egyenlet - Az abszolút hiba

$$a_a = A_p - A_k$$

a_a -- abszolút hiba

A_p -- pontos érték

A_k -- a pontos adatot közelítő (mért) érték, statisztikai adat.

A relatív hiba az adat pontos értékétől való eltérésnek -- vagyis az abszolút hibának -- és a pontos értéket közelítő (mért) értéknek a hányadosa. Ha a relatív hiba valamely mérésnél például 0,2%, ez azt jelenti, hogy a mért érték a mért jelenség pontos értékétől a mért érték 0,2%-ával tér el.

9.2. egyenlet - A relatív hiba

$$a_r = a_a / A_k$$

a_r -- relatív hiba

Az abszolút hibakorlát bevezetését az indokolja, hogy éppen az abszolút hiba meghatározásához szükséges A_p érték nem áll rendelkezésre. Ezért szükséges a gyakorlatban megadni egy olyan pozitív értéket, amelynél az abszolút hiba (a_a) biztosan nem nagyobb. Ezt hívjuk abszolút hibakorlátnak (a_a').

9.3. egyenlet - Az abszolút hibakorlát

$$A_k - a_a' \leq A_p \leq A_k + a_a'$$

a_a' --abszolút hibakorlát

Ez az az abszolút értékben megadott intervallum, amelyen biztosan belül helyezkedik el a vizsgált jelenség pontos értéke.

9.4. egyenlet - A relatív hibakorlát

$$a_r' = a_a' / A_k$$

a_r' -- relatív hibakorlát

$$A_k(1 - a_r') \leq A_p \leq A_k(1 + a_r')$$

1.3. 9.1.3. Műveletek korlátozott pontosságú adatokkal

Belátható, hogy korlátozott pontosságú adatokkal való műveletvégzések esetében a pontosságot megadó abszolút- és relatív hibákon is műveleteket kell végezni, a korrekt eredmény érdekében.

1.3.1. 9.1.3.1. Összeadás

Ha korlátozott pontosságú, ismert abszolút (és relatív) hibakorlátú adatokat adunk össze, akkor a két, vagy több összeadandó adat abszolút hibakorlátját is össze kell adnunk. Így az adatok összeadásával kapott összeg abszolút hibakorlátja az eredeti hibakorlátok összege lesz. Ugyanez érvényes a relatív hibakorlát esetében is. Ha például a két adat az alábbi:

357 000 kg+ 356 000 kg= 713 000 kg

és ezek abszolút hibakorlátja ± 500 kg, akkor az összegük: ± 1000 kg. Így az eredmény:

713 000 kg ± 1000 kg.

Az összeg relatív hibakorlátja pedig: $1000/713\,000=0,0014=0,14\%$

1.3.2. 9.1.3.2. Kivonás

Két vagy több adat egymásból való kivonásakor az abszolút- és a relatív hibakorlát ugyanúgy kezelendő, mint összeadás esetében. Vagyis bár az adatokat egymásból kivonjuk, az egyes adatok hibakorlátjai összeadódnak. Az előző példa átalakításával:

357 000 kg - 356 000 kg = 1000 kg

Az előzőek szerint az abszolút hibakorlát 1000 kg, tehát az eredmény: $1000\text{ kg} \pm 1000\text{ kg}$,

a relatív hibakorlát pedig: $1000/1000=1=100\%$.

Vagyis arra a meglepő következtetésre jutottunk, hogy a két adat közti különbség lehet, hogy nem is létezik, csupán mérési „műtermék”, hiszen az észlelt eltérés bőségesen magyarázható a mérés hibájával.

E példa felhívja a figyelmet arra is, hogy a korlátozott pontosságú adatokkal végzett munka során csak megfelelő előzetes vizsgálatok után lehetséges korrekt következtetések levonása.

1.3.3. 9.1.3.3. Szorzás

Szorzás esetében az abszolút hibakorlátokat is össze kell szorozni egymással, illetve, ha egy konstans értékkel szorzunk, vagy valamilyen nem adatszerű számmal, akkor ezzel a konstans értékkel.

A relatív hibakorlát meghatározásakor úgy járunk el, hogy a szorzandók hibakorlátainak szorzatát és összegét összeadjuk. Tekintve azonban, hogy a relatív hibakorlátok jellemzően kicsiny értékek, 1-nél kisebbek, így szorzatuk még kisebb lesz, általában elhanyagolható. Ezért az esetek egy részében elegendő a szorzat relatív hibakorlátjának meghatározásához az egyes szorzandók relatív hibakorlátait egyszerűen összeadni.

Példánk legyen a következő:

Egy telepített erdőben becslés szerint valamely letermelendő területen 10 ezer db fa található, átlagosan 2,0 m³ hasznosítható faanyaggal egyenként. Tehát

$$A=10^4; B=2\text{m}^3$$

Mivel becslésről van szó, feltesszük, hogy:

$$A=10\,000\pm 500$$

$$B=2\pm 0,5\text{m}^3$$

$$\text{A kinyerhető faanyag tehát: } 10\,000 \times 2\text{ m}^3 = 20\,000\text{ m}^3$$

Az adat abszolút hibakorlátja:

$$(A \pm \Delta A)(B \pm \Delta B)$$

$$(A \pm \% \Delta A)(B \pm \% \Delta B)$$

$$(10000 \pm 500)(2 \pm 0,5)$$

$$\text{A legkisebb várható mennyiség a fentiek szerint: } 9500 \times 1,5 = 14250.$$

$$\text{A legnagyobb várható mennyiség: } 10500 \times 2,5 = 26250$$

Vagyis a kitermelhető mennyiség várhatóan 14250 és 26250 m³ között lesz, a relatív hibák pedig:

$$A_r = 500/10\,000 = 0,05 = 5\%$$

$$B_r = 0,5/2 = 0,25 = 25\%$$

$$\text{közös relatív hibájuk tehát: } (0,05 \times 0,25) + (0,05 + 0,25) = 0,3125 = 31,25\%.$$

Ha csak az egyszerűbb módon, az egyes tagok relatív szórásának összeszorozása nélkül számoltunk volna, akkor: $(0,05 + 0,25) = 0,3 = 30\%$.

Látható, hogy a két módszer közötti különbség (ebben az esetben) kicsi.

1.3.4. 9.1.3.4. Osztás

Statisztikai adatok osztása esetén a hányados relatív hibakorlátja:

$$\frac{\frac{A_p}{B_p} - \frac{A_k}{B_k}}{\frac{A_k}{B_k}}$$

innen:

$$B_k \frac{B_k(A_p - A_k) - A_k(B_p - B_k)}{A_k B_k B_p}$$

B_k -- B pontos adatot közelítő (mért) érték, statisztikai adat.

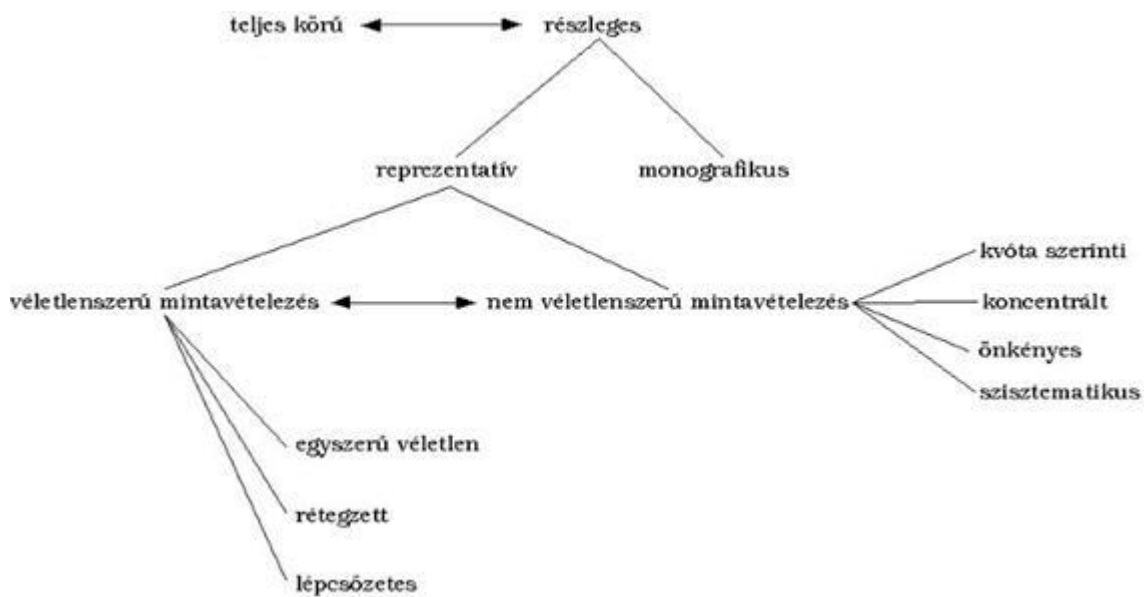
B_p -- B pontos értéke

Mivel itt A és B pontos értékét is ismernünk kellene, ezért azzal a feltevessel élünk, hogy B_k közelít B_p -hez, vagyis $B_k = B_p$. Ebben az esetben pedig a hányados relatív hibakorlátja jól közelíthető a kiinduló adatok relatív hibakorlátainak az összegével. Természetesen ezzel a feltevessel csak abban az esetben lehet élni, ha valóban kicsi a hiba.

1.4. 9.1.4. Adatfelvételi, adatgyűjtési eljárások, mintavételezés

Az adatgyűjtés célja az, hogy a vizsgálni kívánt sokaságból olyan mintát állíthassunk össze, mely mintát statisztikai módszerekkel elemezve, az egész alapsokaságra vonatkozó ismeretekhez juthatunk. Ennek érdekében meg kell ismerni az adatgyűjtési eljárások alapelveit, fontosabb típusait, azok alapvető sajátosságait és alkalmazásuk lehetőségeit. Az adatfelvételi, vagy adatgyűjtési eljárások alapvetően két csoportra tagolhatók, ezek a teljeskörű adatfelvétel és a részleges adatfelvétel (9.1. ábra).

9.1. ábra - A mintavételezés rendszere vázlatosan



1.4.1. 9.1.4.1. Teljeskörű adatfelvétel

A teljeskörű adatfelvétel során a megfigyelni kívánt sokaság minden elemét egyenként számbavesszük, megfigyelni kívánt jellemzőit rögzítjük. A teljeskörű adatfelvétel -- elsősorban a megfigyelni kívánt sokaság elemszámától, elhelyezkedésétől függően -- a részleges adatfelvételeknél általában:

- drágább,
- sokkal időigényesebb,
- mivel a válaszadás csak törvény által előírt esetekben kötelező, sokkal nehezebben kivitelezhető (A teljeskörű adatfelvétel ezen tulajdonsága értelemszerűen csak a társadalomstatistikai vizsgálatok esetében jelentkezhet),
- pontosabb, megbízhatóbb eredményeket szolgáltat.

Ilyen jellegű adatfelvételt ezért csak nagyobb időközönként tartanak, országosan ilyen például a népszámlálás, vagy a különböző (haszonállat-, szőlő-, gyümölcsös- stb.) összeírások. Kisebb körben is lehetnek teljeskörű adatfelvételek, így adott esetben lehet egy cégre kiterjedő, vagy éppen egy erdő állapotát felmérő célzatú. A teljeskörű összeírások adatait rendszerint továbbvezetéssel tartják frissen, vagyis például a népességszám meghatározása esetében évről-évre átvezetik a megfigyelt népességváltozást, újraszámolják az adatokat. Időnként azonban szükséges a „valósággal szinkronizálni”, ellenőrizni a nyilvántartást, például ezért elegendő tíz évente népszámlálást tartani, ennyi időnként ugyanakkor szükséges is.

1.4.2. 9.1.4.2. Részleges adatfelvétel

A részleges adatgyűjtés, pontosabban a részleges felvételen alapuló adatgyűjtési eljárások a vizsgált sokaságról úgy szolgáltatnak, a sokaságot többé-kevésbé jellemző, adatokat, hogy a sokaság elemeiből nem veszik mindet figyelembe, hanem valamilyen módszer szerint válogatnak közülük. E kiválasztott elemek alkotják a mintát. A válogatás mikéntje alapján különíthetjük el az egyes részleges adatfelvételen alapuló adatfelvételi eljárásokat.

1.4.2.1. 9.1.4.2.1. Monografikus mintavételezés

Monografikus mintavételezés, vagy adatgyűjtés esetében az alapsokaságnak csupán egy, vagy néhány tagját figyeljük meg, gyűjtünk róla adatokat. Ez az adatgyűjtés azonban lehet igen részletes, akár hosszabb ideig tartó is. Ennek az eljárásnak nyilvánvaló előnye a megfigyelt minta nagyon részletes és pontos leírása, nem különösebben költségigényes és a megfigyelés időtartama tulajdonképpen szabadon megválasztható, igazodva természetesen a megfigyelt minta természetéhez. Voltaképpen, amint az az eljárás nevéből is kitetszik, egy monográfia összeállítása itt a cél. Önmagában ez a módszer természettudományi vonatkozású kutatásokban általában nem használatos, arra viszont alkalmas, hogy a tapasztalatokat figyelembe véve egy nagyobb adatgyűjtést megfelelően lehessen előkészíteni. Gyakrabban találkozunk ezzel az eljárással társadalomtudományi kutatások kapcsán, különösen a szociológia él vele, de a pszichológia, a pedagógia, a gazdasági tudományok is használják.

1.4.2.2. 9.1.4.2.2. Reprezentatív mintavételezés

A reprezentatív mintavételezés minden bizonnyal a leggyakrabban használatos mintavételezési eljárás. A minta helyes összeállítása esetén megfelelően pontos eredményt szolgáltathat, azonban a minta összeállítása nagy gondosságot, tapasztalatot, valamint a mintavételezés szabályainak ismeretét igényli. A reprezentációs minta összeállításán alapuló módszer esetében szükségessé válhat kontroll, vagy kontrollcsoport összeállítása is. A kontroll olyan minta, amelynek összetétele a lehető legpontosabban egyezik annak a mintának az összetételével, melyet az alapsokaságból állítottunk össze, attól csupán abban (esetleg ritkán azokban) különbözik, amely jelenség hatását kívánjuk megfigyelni. Másként fogalmazva: ha szükséges kontrollminta is, akkor ehhez úgy jutunk, hogy az alapsokaságból két olyan, egyébként egyforma mintát alkotunk, melyek közül az egyik ki van téve a megfigyelni kívánt hatásnak, a másik pedig nincs. Ez utóbbi a kontroll. A kontroll és a mérési minta megfigyelése, az adatok gyűjtése egyformán kell, hogy történjen. A reprezentatív mintavételezés elterjedtsége, a tudományos kutatásban betöltött igen jelentős szerepe miatt mindenképpen meg kell ismerni az alapjait.

A reprezentatív adatfelvétel alapja az, hogy a vizsgálni kívánt sokaságból állítsunk össze egy olyan mintát, amely a lehető legjobban leképezi az alapsokaság összetételét, így várhatóan az e mintán végzett vizsgálatok közel ugyanazt az eredményt fogják szolgáltatni, mintha a teljes alapsokaságon elvégeztük volna a vizsgálatot. Az így összeállított minta az alapsokaság valamely kiválasztott tulajdonságára, vagy tulajdonságaira, nézve lehet reprezentatív. Ez azt jelenti, hogy a minta összeállításánál kiemelten vesszük figyelembe az alapsokaság egy, vagy néhány tulajdonságát, melyeket az adott vizsgálat szempontjából a legmeghatározóbbaknak vélünk. Így például egy közvélemény kutatáshoz összeállított minta lehet olyan, hogy reprezentálja a 18–60 éves magyar lakosságot lakóhely és iskolai végzettség szerint. Ez a minta más szempontból természetesen nem szükségképpen reprezentatív a magyar lakosságra. További fontos szempont a minta összeállításánál, hogy a mintába kerülő elemek kizárólag véletlenszerű kiválasztás útján kerülhessenek a mintába. E véletlenszerűség biztosítása ugyan nem tűnik bonyolult feladatnak, valójában mégis be kell tartani bizonyos szabályokat annak érdekében, hogy megvalósulhasson. E szabályokra később, a reprezentatív mintavételezés fajtáinak ismertetésekor térünk ki.

A reprezentatív mintavételről elmondható továbbá, hogy induktív módszer, vagyis a sokaságból összeállított minta megismert sajátosságait kiterjeszthetjük az egész sokaságra, úgy tekintve, mintha a sokaság minden elemét megvizsgáltuk volna. Jó példája a reprezentatív mintavételezésnek, amikor főzés közben a szakács a levest megkavarja, ezzel biztosítva a sokaság homogenitását, majd kanálával ebből merít, és e minta alapján dönti el, kiterjesztve az észlelteket a leves teljességére, hogy kell-e még bele só, avagy sem.

A reprezentatív adatfelvétel alkalmazásakor a legfontosabb lépések:

- a vizsgálni kívánt alapsokaság nagyságának meghatározása,
- a vizsgálni kívánt alapsokaság összetételének meghatározása,
- a kialakítandó minta összetételének meghatározása,
- a kialakítandó minta nagyságának meghatározása,

- a mintavételezés lebonyolításának kidolgozása,
- a mintavételezés lebonyolítása,
- az adatok előfeldolgozása, a mintavételezés ismert hibáinak korrigálása,
- az adatok végső feldolgozása.

A mintavételezésen alapuló statisztikai eljárások esetében felmerülhet, hogy mivel az alapsokaságnak csak egy részét vesszük figyelembe, csupán bizonyos nagyságú, a teljeskörű adatfelvételt meghaladó mértékű hibával képes az alapsokaságra vonatkozó eredményeket szolgáltatni. Ez a feltevés teljesen helytálló. Korrekt megfogalmazás szerint ezért úgy mondjuk, hogy a reprezentatív mintavételen alapuló becslésekhez jutunk a feldolgozás végén, mely becslés eredménye közelíti az eredeti alapsokaság vonatkozó adatát. Így például a reprezentatív mintából meghatározott, az eredeti alapsokaságra vonatkoztatott középérték csak valamilyen valószínűséggel azonos az alapsokaság valódi középértékével, egyébként a körül szóródik.

E jegyzetben a becslési eljárásokra, azok hibáira nem térünk ki, csak az alábbiakat jegyezzük meg:

- a leggyakrabban alkalmazott eljárások esetében vagy maga az eljárás csökkenti a hiba nagyságát (rétegzett mintavétel), vagy a hiba a minta elemszámának növelésével eleve csökken (egyszerű véletlen kiválasztás),
- a mintából általában meghatározott mutatók (pl. középérték) általában nem térnek el jelentősen a teljes sokaság alapján megállapítottaktól, ezért problémamentesen használhatóak,
- az egyszerű véletlen kiválasztás esetében a minta alapján meghatározott m mutatók valójában úgy szóródnak az alapsokaságból meghatározott megfelelő M mutató értéke körül, hogy az M mutató körül egyenletesen helyezkednek el, vagyis átlaguk éppen M lesz. Ráadásul ez a szóródás a minta elemszámának növelésével csökken.

1.4.2.3. 9.1.4.2.3. A reprezentatív mintavételezés fajtái

A reprezentatív minta összeállításának egyik alapvető szabálya, hogy az alapsokaságból a mintába kerülő elemek kiválasztásában a véletlen döntson. Aszerint, hogy e véletlenszerűséget mennyire engedjük érvényesülni, különböztetünk meg véletlenszerű és nem véletlenszerű mintavételezést. Valójában azonban a nem véletlenszerű mintavételezési eljárások esetében is végül a véletlen dönt, csupán az alapsokaság előzetesen egy vagy több szűrésen esik át. Egyetlen kivétel azonban van: az önkényes kiválasztásban a véletlen szerepét teljesen kizárjuk, ezért csak mint kerülendő módszert tárgyaljuk.

Egyszerű véletlen mintavétel

Az egyszerű véletlen mintavétel (kiválasztás) esetében az alapsokaságból úgy veszünk mintát, hogy az alapsokaságot előtte nem szelektáljuk, nem bontjuk semmilyen kisebb egységekre, hanem kizárólag a véletlenre bízva emelünk ki elemeket belőle. Ez többféle képpen valósítható meg: sorsolással, valamint véletlenszám-felhasználással. Az egyszerű véletlen alapuló kiválasztás akkor használható eredményesen, ha az alapsokaság -- legalábbis a vizsgálat szempontjából -- homogén, vagy kielégítően homogén összetételű, így a véletlenszerűen kiválasztott elemek is olyanok, hogy elég nagy minta esetében pontosan reprezentálják a sokaságot. Ilyen sokaságot alkotnak például egy sportverseny résztvevői, ezért helyes ha egyszerű véletlen kiválasztással döntik el, hogy kiktől vesznek mintát doppingteszt céljára (az érmeseken kívül).

A csoportos és lépcsőzött mintavétel tárgyalható egyben, ugyanis az egyszerű csoportos mintavétel tekinthető **egylépcsős mintavételezésnek** is. A módszer alapelve a következő: vannak olyan sokaságok, melyekről nem rendelkezünk semmiféle olyan nyilvántartással, melynek alapján egyedeik (vagy részcsoportjaik) közül egyszerű véletlen módszerrel tudnánk válogani. Így nem is lehet véletlenszerűen mintát venni belőlük, tehát nem állítható össze megfelelő reprezentatív minta. Ebben az esetben meg kell keresni azt a csoportot, azt a sokaságot, amelynek a vizsgálni kívánt sokaságok részei és amely csoportokról már van olyan jegyzékünk, melynek felhasználásával véletlenszerű mintavételezést tudunk lebonyolítani. Ezt hívjuk elsődleges mintavételi egységnek. Ekkor a csoportból kiválasztott egységek minden elemére (másodlagos mintavételi egység) elvégezzük a vizsgálatot. Ha csak egyetlen csoportosítást használtunk fel, egylépcsős (egyszerű csoportos) mintavételről beszélhetünk. Amennyiben szükséges, több lépésben határozzuk meg a végül valóban a mintába kerülő egyedek körét, ekkor többlépcsős mintavételezésről van szó.

Példa az egylépcsős mintavételezésre: Tegyük fel, hogy a vizsgálat célja annak meghatározása, hogy a községekben milyen a kizárólag műholdon keresztül sugárzott televízióadások nézettsége. Mivel olyan adatsorunk nincsen, mely tartalmazná a községekben lakó műholdas adásokat nézők listáját, ezért ezek közül közvetlenül senkit sem tudunk beválogatni a reprezentatív mintába. Van viszont pontos lista a községekről, így tehát e listából egyszerű véletlen mintavételezéssel kiválaszthatjuk a megfelelő mennyiségű települést, majd e településeken mindenkit megkérdezzük arról, hogy nézi-e a kizárólag műholdon keresztül sugárzott adásokat, ha igen, milyen gyakran, stb. Itt egyetlen lépcső volt beiktatva, mégpedig a községenkénti véletlen kiválasztás. Elvégezve az összes, a mintában szereplő községre a vizsgálatot, már értékelhető adatsorhoz jutunk.

A **kétlépcsős mintavétel** a csoportos mintavételből következik. Ha a másodlagos mintavételi egység még mindig homogénnek mutatkozik, illetve túlságosan nagy, további csoportokat hozhatunk létre. Módosítsuk kissé az előző példát: nem a községekben, hanem például a 20 000–50 000 lakosú városokban vagyunk kíváncsiak a kizárólag műholdon keresztül sugárzott televízióadások nézettségére. A mintába kerülő városokat most is véletlenszerűen választjuk ki, azonban az az nyilvánvaló, hogy ezekben minden lakost megkérni lehetetlenség volna, ezért kisebb csoportokat hozunk létre. A városokon belül például lakóterületeket, lakótömböket határolunk el, és e lakóterületek, lakótömbök közül választunk véletlenszerűen minden városban, majd a kiválasztottakból kérdezzük meg az ottlakókat. Természetesen -- ha szükséges -- még további csoportosítás is lehetséges, vagyis a lépcsők száma növelhető.

A **rétégzett mintavétel** tovább növeli a minta reprezentatív jellegét, vagyis javítja a minta felhasználásával készülő elemzések pontosságát. Ezt nem a minta elemszámának növelésével éri el (bár az elemszám növelése itt sem baj), hanem azáltal, hogy a minta összeállításakor az alapsokaság elemeit nem csupán lajstromba vesszük véletlenszerű kiválasztás céljából, hanem ezen kívül az elemekhez valamilyen kiegészítő információt is csatolunk. Ha az alapsokaság nem homogén, akkor valamilyen ismervek szerint homogén csoportokra bontható (például ilyen csoportosító ismérv lehet a nem (férfi--nő), vagy egy terápia hatásosságának vizsgálatakor az, hogy a vizsgált személy túlsúlyos-e vagy nem). Ezeket a -- legalábbis a vizsgálat szempontjából -- homogén csoportokat nevezzük rétegeknek. A rétegzett mintavétellel lehetőség van arra, hogy a mintába úgy kerüljenek az alapsokaság egységei, hogy figyelembe vegyünk ezt az inhomogenitást, vagyis az elemszám növelése nélkül növeljük a pontosságot.

Arányos rétegzésről beszélünk, ha a mintába az alapsokaság egyes rétegeiből olyan arányban kerülnek elemek, mint amilyen arányban ezek a rétegek az alapsokaságot alkotják. Vagyis ha egy réteg az alapsokaság felét adja, akkor a mintának is a felét adja, míg egy másik réteg, mely az alapsokaságnak 5/13-át adja, a mintának is 5/13-át alkotja. Először tehát az alapsokaságot a kívánt számú rétegre bontjuk, majd meghatározzuk, hogy az egyes rétegekből mennyi elem kerüljön a mintába, ezután pedig az egyes rétegekből a meghatározott mennyiségű elemet egyszerű véletlen mintavételezéssel választjuk ki. Így például, ha egy vizsgálat kertében a PTE hallgatói körében készítünk felmérést, célszerű lehet egy arányosan rétegzett reprezentatív minta összeállítása. Ekkor egy ilyen mintát például úgy állíthatunk össze, hogy minden karról a kar hallgatói létszámának tíz százalékát vesszük be a mintába, majd e tíz-tíz százalékot egyszerű véletlen mintavétellel választjuk ki. Ezzel biztosítjuk, hogy az arányos rétegzés megvalósuljon. Újabb lépcső lehet, ha az egyes karok hallgatóiból kiválasztott tíz százalékokat tovább bontjuk úgy, hogy a kapott minta tükrözze az adott karon tapasztalható férfi--nő megoszlást, vagy ha szükséges, akár a lakhely szerinti megoszlást is.

Nem véletlen kiválasztás

A nem véletlen kiválasztás általában -- nevéből eltérően -- nem teljesen zárja ki a véletlent, de mindenképpen irányítja a minta összetételét, ezzel óhatatlanul torzítva azt. Ezzel a pontosság ugyan csorbát szenved, de a gyorsaság, a kis ráfordítás kárpótol ezért.

A **kvóta szerinti kiválasztás** azt jelenti, hogy előre meghatározott egységekből előre meghatározott arányban kell az összeírást elvégzőnek mintát összeállítania. Vagyis például valamely területet kijelölünk, melyen az adatfelvételt úgy kell végrehajtani, hogy az eredményül kapott minta összetétele megegyezzen az előre meghatározott kvótákkal.

A **koncentrált kiválasztás** alkalmával az alapsokaság minden elemét nem vesszük figyelembe a minta összeállításakor, hanem csak az elemek egy vagy néhány típusát, mely -- megítélésünk szerint -- legjellemzőbb az alapsokaságra, mind összetételét, mind folyamatait, jelenségeit illetően. E kiválasztott típusba tartozó elemekből állítjuk össze a mintát, illetve ezek változását figyeljük meg. A módszer hibája kézenfekvő: meg sem próbálja az alapsokaság egészét vizsgálni. Előnye szintén világos: nagyon heterogén sokaság esetében számottevő időt és energiát takarít meg a legjellemzőbb jelenségek vizsgálatával. Koncentrált kiválasztás

eredményének tekinthető például a new yorki tőzsde úgynevezett Dow-Jones indexe, mely a tőzsde forgalmát, a tőzsde állását reprezentálja, a húsz vezető értékpapír alapján.

Az **önkéntes kiválasztás** módszere mindenképpen kerülendő! Alapja az, hogy a kiválasztást végző maga dönti el, hogy az alapsokaság mely elemei kerüljenek bele a mintába. Igyekszik kiválasztani az alapsokaságra szerinte legjellemzőbb egyedeket, ez azonban erősen megkérdőjelezhető eljárás, hiszen éppen a lefolytatandó vizsgálatnak lenne a célja, hogy megállapítsa, milyen az alapsokaság „legjellemzőbb eleme”.

A **szisztematikus kiválasztás** megértése igen egyszerű. Az alapsokaságot alkotó, egyenlő távolságra elhelyezkedő egyedekből úgy veszünk mintát, hogy a mintába kerülő első egyedet véletlenszerűen határozzuk meg (például 0 és 1 közötti véletlenszám segítségével, vagy az első 20 egyedből sorsolással, stb.), majd ettől indulva egyenlő lépésközzel haladva választjuk ki a mintába kerülő elemeket. Ha tehát az első elemünk például a 3., a lépésköz pedig tizenkettő, akkor a harmadik elemtől számított minden tizenkettedik elem a mintába kerül. Homogén sokaságoknál jól alkalmazható módszer. Fogyatékosága azonban, hogy az alapsokaságban esetlegesen előforduló, ciklikusan, vagy periodikusan jelentkező hatások teljesen kimaradhatnak a mintából és így a vizsgálatból is, de az is lehet, hogy kizárólag ezek kerülnek a mintába, teljesen torz képet alkotva a populációról. Ezért ez a módszer csak akkor alkalmazható sikerrel, ha a mintában efféle periodicitás nincs, vagy ha a vizsgálat szempontjából meglete teljesen közömbös, vagy ha az alapsokaságból úgy veszünk mintát, hogy a kiválasztás lépésköze nem egyezik meg a periodikus hullámzással.

1.5. 9.1.5. Mérési alapfogalmak – skálátípusok

A mérés nem más, mint a mérendő jelenség összehasonlítása valamely alkalmasan választott, ismert, reprodukálható mennyiséggel. Ennek megfelelően például két szomszédos hegyecsúcs közötti távolság meghatározása, vagyis a távolságuk megmérése, azt jelenti, hogy a közöttük levő legkisebb távolságot összehasonlítjuk egy méterrúd hosszával, azaz azt határozzuk meg, hogy hányszorosa e távolság az egy méternek meghatározott egység két végpontja közötti távolságnak. A mérés során kapott eredmény értelmezése mindig valamilyen mérési skála segítségével történik. Ezek a skálák a névleges-, vagy nominális skála, a sorrendi-, vagy ordinális skála, a különbség-, vagy intervallum skála és az arány-, vagy abszolút skála.

A **névleges skála** csak az elemek azonosításra alkalmas, méréseket végezni rajta nem lehet. Ilyen például a járművek rendszáma, vagy az irányítószámok rendszere.

A **sorrendi skála** használata lehetővé teszi az elemek egy közös tulajdonság alapján való sorbarendezését, ilyen például az iskolai tornaórákon a testmagasság szerinti sorrend.

Az **intervallum skála** olyan skála, melynek kezdő (nulla) pontja és az intervallum hossza is önkényesen megállapított, nem szükségképpen fedi le a vizsgált sokaság egészét. E skálán a nulla érték nem jelenti a vizsgált tulajdonság hiányát, a mért értékek hányadosa és szorzata nem értelmezhető, különbségük, vagyis egymástól való távolságuk viszont általában igen. Tipikusan ilyen a Celsius-féle hőmérsékleti skála, hiszen az intervallum kezdete, a nullpont, valamint az intervallum hossza és az egyes egységek terjedelme is teljesen önkényes, a skála nulla értéke pedig nem jelenti a „hőmérséklet” hiányát. Gyakori hiba, hogy ezen az intervallum skálán próbálnak összeadást, vagy arányokat értelmezni, így születnek azok a tévedések, mely szerint a 40°C-os tea kétszer olyan meleg, mint a 20°C-os, illetve, hogy a 20°C-os tea háromszorosára melegítve 60°C-os lesz.

Az arány skála jellemzője, hogy valódi nullpontja van, mely a tulajdonság hiányát, vagy értelmezhetetlen voltát jelenti. E skála további fontos jellemzője, hogy rajta a műveletek értelmezhető eredményt adhatnak, arányok, összegek, szorzatok értelmezhetőek. Ilyen a hosszúság mérésére használatos eljárásunk, vagy a jövedelem meghatározása is, hiszen a nulla hosszúság valóban a távolság hiányát jelzi, a három méter hatszorosa valóban harminc méter, és a nulla jövedelem csakugyan a jövedelem hiányát jelenti. Ilyen a Kelvin-féle hőmérsékleti skála is. E skálát használva meghatározható az előzőekben említett teák hőmérséklete közötti arány is. Mivel a Celsius-skála nulla pontja a Kelvin-féle skálán 273,16°-nak felel meg, ezért a 40°C-os tea 313,16°K-os, a 20°C-os tea pedig 293,16°K-os, ennek megfelelően a 40°C-os tea valójában csupán 1,068-szor melegebb, mint a 20°C-os, és ha a 20°C-os teát háromszorosára melegítjük, nem 60°C-os lesz, hanem 879,48°K-os, vagyis 606,32°C-os (Ez persze nem lehetséges, ugyanis a vízmolekulák már korábban felbomlanak hidrogénre és oxigénre, vagyis aligha beszélhetünk teáról).

2. 9.2. Középértékek, súlyozás

2.1. 9.2.. Számított középértékek

Bár a mindennapokban középértéken általában az „átlagot”, vagyis a számtani (aritmetikai) középértéket értjük, tudnunk kell, hogy más középértékek is használatosak a statisztikai jellegű elemzésekben. Így beszélünk a már említett számtani középértékről, ezen kívül mértani-, harmonikus-, valamint négyzetes (kvadratis) középérték számítható. A középérték jelölése általában az adott változó betűjele fölé tett vízszintes vonallal történik: $\bar{x}$

Számtani középérték. A számtani -- aritmetikai -- középérték nem más, mint a közkeletű szóhasználatnál „átlag”-nak nevezett mennyiség. A számtani középérték az a szám, amellyel az adatsor tagjait helyettesítve, azok összege változatlan marad. A továbbiakban:

a -- a sokaság (minta) egy elemének értéke

n -- a sokaság elemszáma

9.5. egyenlet - A számtani középérték

$$\bar{x}_A = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}$$

Mivel a számtani középérték a statisztikai jellemzésekben igen gyakran használt, ezért célszerű az alaplátványokra vonatkozó főbb tulajdonságait pontokba szedni.

- Ha a számtani középérték és a minta elemeinek különbségeit képezzük, e különbségek összege nulla.
- Ha a minta elemeihez ugyanazt a számot hozzáadjuk, a minta számtani középértéke is ugyanezzel a számmal lesz nagyobb.
- Ha a minta elemeiből ugyanazt a számot kivonjuk, a minta számtani középértéke is ugyanezzel a számmal lesz kisebb.
- Ha a minta elemeit ugyanazzal a számmal szorozzuk, a minta számtani középértéke ugyanannyiszorosára változik.
- Ha a minta elemeit ugyanazzal a számmal osztjuk, a minta számtani középértéke ugyanannyiadrészére változik.

A **mértani (geometriai) középérték** az a szám, amellyel helyettesítve az kiindulási adatokat, azok szorzata változatlan marad. Például a láncviszonyszámok középértékének a meghatározásához mértani középértéket számolunk.

9.6. egyenlet - A mértani középérték kiszámítása

$$\bar{x}_G = \sqrt[n]{a_1 \cdot a_2 \cdot \dots \cdot a_n}$$

A **harmonikus középérték** jellemzője, hogy vele helyettesítve a kiindulási adatokat, azok reciprokainak összege nem változik.

9.7. egyenlet - Harmonikus középértékek

$$\bar{x}_H = \frac{n}{\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} + \dots + \frac{1}{a_n}}$$

A **négyzetes, vagy kvadratis középértékkel** helyettesítve a kiindulási adatokat, azok négyzeteinek összege nem változik. Ha például az átlagolandó adatok között mind negatív, mind pozitív elemek találhatók, egyes esetekben szerencsés lehet a négyzetes középérték használata, mivel a négyzetes középérték meghatározásakor négyzetreemelés is alkalmazunk és így eltűnnek a negatív előjelek.

9.8. egyenlet - A négyzetes (kvadratis) középérték

$$\bar{x}_Q = \sqrt{\frac{a_1^2 + a_2^2 + \dots + a_n^2}{n}}$$

A **középértékek sorrendje.** Ha ugyanazon minta középértékét az előbbi négy módszer mindegyikével meghatározzuk, akkor függetlenül a sokaság elemszámától mindig igaz, hogy:

9.9. egyenlet - A középértékek sorrendje

$$x_H < x_G < x_A < x_Q$$

Vagyis ugyanazon minta középértékeit meghatározva, a legkisebb értékű a harmonikus középérték lesz, ezután a mértani középérték, majd a számtani középérték, végül a négyzetes középérték következik.

2.2. 9.2.2. Helyzeti középérték, a medián

A medián -- középső érték -- valamely adatsor középső eleme, az az adat, mely az adatsorban, annak növekvő, vagy csökkenő sorrendbe rendezése után éppen az adatsor közepén helyezkedik el. Ha ilyen érték nincsen, mert az adatsorunk páros számú adatból áll, akkor a két szomszédos, középben álló adat számtani közepe adja a mediánt.

2.3. 9.2.3. Osztályközös középérték

Előfordulhat, hogy nem az eredeti, mért, vagy felvett adatokhoz lehet hozzájutni, hanem valamilyen okból csak a már többé-kevésbé feldolgozottakhoz. Így például előfordulhat, hogy osztályközökbe sorolt (gyakorisági sorokba rendezett) adatokkal kell dolgoznunk. Osztályközökbe sorolt adatok esetében az osztályközök közös középértékének kiszámítása akképpen történik, hogy az egyes osztályközökben meghatározzuk a középértéket (az osztályköz alsó- és felső határának számtani közepe), majd ezt az értéket megszorozzuk az osztályköz gyakoriságával. Végighaladva az összes osztályközön elvégezzük a műveletet, az eredményeket összeadjuk, majd elosztjuk a gyakoriságok összegével.

9.10. egyenlet - Osztályközös középérték

$$\bar{x} = \frac{\frac{x_1 + x_2}{2} + \frac{x_3 + x_4}{2} + \dots + \frac{x_n + x_{n+1}}{2}}{N}$$

a -- az osztályköz alsó határa, x_i -- az osztályköz felső határa, N -- az összes előfordulás

Példaként határozzuk meg a 9.2. ábra adatainak középértékét videóján is, vagyis azt, hogy ezen adatok alapján mennyi Budapest januári középhőmérséklete 125 év átlagában!

9.2. ábra - Példa az abszolút-gyakorisági sorokra: Januári középhőmérsékletek megoszlása az egyes hőmérsékleti kategóriákban Budapesten 1871-1995 között (forrás: Magyarország népessége és gazdasága - Múlt és jelen. KSH, 1996) + VIDEÓ

Hőmérsékleti kategória	Gyakoriság	Kumulált gyakoriság
-9,9 -- -8	2	2
-7,9 -- -6	2	4
-5,9 -- -4	9	13
-3,9 -- -2	26	39
-1,9 -- 0	32	71
0,1 -- 2	36	107
2,1 -- 4	2	119
4,1 -- 6	5	124
6,1 -- 8	1	125
Összesen	125	125

Az animáció az alábbi linkre kattintva letölthető.

Megállapítható, hogy 9 osztályba vannak sorolva az adatok, az osztályok pedig egyenközűek. Az osztályközök középértékei a következőképpen alakulnak: -8,95; -6,95; -4,95; -2,95; -0,95; 1,05; 3,05; 5,05; 7,05. Ezeket a középértékeket kell a megfelelő gyakoriságokkal megszorozni, az így kapott egyes eredményeket összeadni egymással, majd az összeget elosztani az összes gyakoriságok számával.

A fentebbi módszert használva azt kapjuk eredményül, hogy Budapest januári középhőmérséklete -- a vizsgált időszak egészére vonatkoztatva -- -0,614°C, kerekítve -0,6°C. Ez egyébként jó egyezést mutat az eredeti, nem osztályközökből számolt értékkel, az ugyanis -0,6592°C, kerekítve -0,7°C, vagyis a relatív eltérés mindössze 6,8%.

2.4. 9.2.4. Súlyozás

A súlyozás gyakran használt eljárás a minták értékelése során, lehetővé teszi, hogy a minta egyes komponenseit -- ha szükséges -- fontosságuk, jelentőségük, erősségük vagy egyéb szempont szerint (vagyis súlyuk szerint) különböző mértékben vegyük figyelembe a középérték meghatározásában. A súlyozás során a minta elemeit valamilyen értékkel, mely jellemző rájuk (súlyukra), megszorozzuk. A súlyozás nem csupán a középértékek kiszámítása során használható eljárás, függetlenül attól, hogy éppen itt tárgyaljuk. Tekintsük egy példán keresztül a súlyozás menetét.

Tegyük fel, hogy valamely területről mérési adatok állnak rendelkezésre, ám ezek az adatok a területet nem egyenletesen lefedő mérőállomások (mérési pontok) termékei. Ebben az esetben a területet jellemző, vizsgált mennyiség középértékét súlyozással számíthatjuk ki helyesen. Ha például Pécsről rendelkezésünkre állnak a levegőszennyezés adatai, úgy, hogy az adatokat öt mérőállomás szolgáltatta, akkor az átlagos szennyezés (mondjuk CO₂ terhelés) kiszámításánál úgy járhatunk el helyesen, hogy az egyes mérőállomások adatait súlyozzuk annak a területnek a nagyságával, amit reprezentálnak. E területeket meghatározhatjuk ebben az esetben úgy, hogy a mérési pontokat összekötő szakaszok felezőpontjait meghatározzuk és ezeket a felezőpontokat összekötjük egymással. Így olyan területdarabokhoz (poligonokhoz) jutunk, amelyek azt mutatják meg, hogy egy adott mérőállomás mekkora területet reprezentál. A területek meghatározása után a területeket, vagy egymáshoz való arányukat súlytényezőként vesszük figyelembe (egy valódi vizsgálatnál természetesen még számos egyéb tényező figyelembevétele és hatás mérlegelése is szükséges lenne, mint például a szélirány, de ezektől a példa kedvéért most eltekintettünk).

$$\bar{x}_s = \frac{a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n}{A}$$

$a_1, a_2 \dots a_n$ -- súlytényezők, $x_1, x_2 \dots x_n$ -- a minta értékei, A -- a súlytényezők összege

A következő egy egyszerű példa: a 9.3. ábra értékeinek középértékét határozzuk meg!

9.3. ábra - Példa a tartam-idősorokra: Almatermelés Magyarországon, 1951--1995, évek átlaga, ezer tonna (forrás: Magyarország népessége és gazdasága - Múlt és jelen. KSH, 1996)

Évek	Almatermelés (ezer tonna)
1951–1960	254
1961–1970	501
1971–1980	859
1981–1990	1105
1991–1995	671

Az egyes időtartamok átlagainak középértékét kell tehát meghatároznunk, azonban ha egyszerűen összeadnánk az adatokat és osztanánk öttel, hibás eredményt kapnánk (így a középérték egyébként 678 lenne). Vegyük figyelembe, hogy az egyes intervallumok nem egyforma hosszúak, az utolsó ugyanis csupán fele a megelőzőeknek, vagyis nem vethető össze azokkal ilyen egyszerűen. Ebben az esetben súlyozott középértékkel helyes számolni, úgy, hogy az első négy intervallum értékeit 10-szeres értékkel (súllyal) vesszük figyelembe, hiszen tíz év átlagai, míg az utolsó értékét csupán ötszörös szorzóval (súllyal), hiszen ez mindössze öt év átlaga. A nevezőben szereplő szám 45 lesz, mert összesen 45 év adatait vettük figyelembe (a súlytényezők összege 45).

$$\bar{A}_s = \frac{(10 \cdot 254) + (10 \cdot 501) + (10 \cdot 859) + (10 \cdot 1105) + (5 \cdot 671)}{45}$$

A műveleteket elvégezve az eredmény: $\bar{A}_s = 678,8$.

Láthatjuk, hogy -- ebben az esetben -- kissé magasabb érték, mint a súlyozás nélküli közép. Természetesen a súlyozás akkor is használható, ha a minta elemei között több egyforma értékű szerepel. Ekkor az egyforma értékű elemek helyett elegendő az azonos értékek egyikét megszorozni előfordulásának számával és így figyelembe venni. Vagyis a többször előforduló értékek esetében a súlytényező az előfordulás gyakorisága lehet.

3. 9.3. Eltérések, szóródás az adatsorban

3.1. 9.3.1. Szóródás

A statisztikai mintákról, de magukról a vizsgált sokaságokról is elmondható, hogy a középértékük csak ritkán jellemzi őket önmagában annyira pontosan, hogy egyáltalán magát ezt az értéket érdemben értelmezni lehetne. Hasonló mondható el a medián és a módusz kapcsán is. Ez azért van így, mert a minta, illetve a sokaság tagjai csupán egészen ritka esetben esnek pontosan egybe egymással és így a középértékükkel is. Ha a minta elemei nem esnek egybe a minta középértékével (és egymással), akkor nyilván valamilyen távolságra helyezkednek el a középértéktől, eltérnek tőle. Ezeknek az eltérésnek a mértékét ismernünk kell ahhoz, hogy tisztában lehessünk azzal, mennyire is jellemzi a mintát a középértéke (középértéken a továbbiakban ebben a fejezetben a számtani középértéket értjük). Azt a jelenséget, hogy a minta elemei valamilyen tartományon belül úgy helyezkednek el, hogy nem esnek egymással egybe (és így a minta középértékével sem), vagyis a minta középértékétől valamennyire eltérnek, a minta elemei szóródásának nevezzük. Az eltéréseket és a szórást az az alábbi példán fogjuk vizsgálni, melyben a vizsgált minták legyenek:

a – 1, 4, 4, 5, 6

b – 1, 2, 2, 3, 12,

c – 3, 4, 4, 4, 5

Láthatjuk, hogy mindhárom minta 5 elemből áll, az elemek összege mindegyik esetben 20, vagyis mindegyik minta számtani közepe 4. Mindazonáltal az is nyilvánvaló, hogy e három mintát nem egyformán jellemzi a középértéke. A c minta esetében a középérték igen pontosan tájékoztat a mintáról, hiszen a minta elemei mindannyian vagy nagyon közel esnek a középértékhez, vagy éppen egybeesnek vele. Ugyanakkor a b minta esetében a 4, mint középérték csak igen felületesen tájékoztat minket a minta belső szerkezetéről, hiszen túl azon, hogy nincs is olyan elem, amely egybeesne a középértékkel, némelyikük, mint az 1, vagy a 12 távol vannak tőle. Látható tehát, hogy a középérték csak akkor ad értékelhető eredményt, ha azt is minél egzaktabbul meg tudjuk mondani, hogy mennyire jól jellemzi a mintát. Erre szolgálnak azok a módszerek, amelyek a minta elemeinek a minta középértékétől való eltérését, vagyis a minta elemeinek szóródását adják meg számszerűen.

3.1.1. 9.3.1.1. Terjedelem

A minta (számhalmaz) terjedelmén a mintát alkotó elemek legnagyobb értékű és legkisebb értékű tagja közötti különbséget értjük. A terjedelem tehát azt mutatja meg, hogy a minta elemei mely két szélsőérték között helyezkednek el.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

A példánkban tehát az a) minta terjedelme 5, a b) mintáé 11, c) mintáé pedig 2.

3.1.2. 9.3.1.2. Az eltérés

3.1.2.1. 9.3.1.2.1. Abszolút eltérés

Az abszolút eltérés azt mutatja meg, hogy a minta valamely eleme milyen távol esik a minta középértékétől. Meghatározása úgy történik, hogy képezzük a minta adott elemének és a minta középértékének a különbségét.

$$\Delta_a = x_i - \bar{x}$$

x_i = A minta eleme, $\bar{x}$ = A minta középértéke

A fentiek szerint például a b) minta elemeinek abszolút eltérése rendre: 3, 2, 2, 1, 8.

3.1.2.2. 9.3.1.2.2. Relatív eltérés

A relatív eltérés azt mutatja meg, hogy a minta valamely eleme mennyire tér el a minta középértékétől, a középérték százalékában.

$$\Delta_r = \frac{100(x_i - \bar{x})}{\bar{x}}$$

Ezeket figyelembe véve a b) minta elemeinek relatív eltérése rendre: 75%, 50%, 50%, 25%, 200%.

3.1.2.3. 9.3.1.2.3. Átlagos abszolút eltérés

Gyakran használt módszer a minta jellemzésére az átlagos abszolút eltérés megadása. Az átlagos abszolút eltérés azt mutatja meg, hogy a minta elemei átlagosan mennyire térnek el a minta középértékétől. Kiszámítása úgy történik, hogy a minta elemeinek a minta középértékétől vett eltéréseit (vagyis az anomáliákat) lőjelre való tekintet nélkül (tehát a negatív értékeket is pozitívnak tekintjük, vagyis az abszolút értékét vesszük) összegezzük, és a kapott összeget az elemek számával elosztjuk:

$$d_a = \frac{\sum_{i=1}^n (|x_i - \bar{x}|)}{n}$$

n -- A minta elemszáma

A fentiek értelmében a b) minta elemeinek átlagos abszolút eltérése: $(3+2+2+1+8)/5=3,2$

3.1.2.4. 9.3.1.2.4. Átlagos relatív eltérés

Az átlagos relatív eltérés megmutatja, hogy a minta elemei a minta középértékétől e középérték százalékában átlagosan hány százalékban térnek el. Meghatározásához a relatív eltérések középértékét határozzuk meg, vagyis a relatív eltérések értékeit összegezzük, és elosztjuk az összes eltérés számával:

$$d_r = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i}{n}$$

Δ_i -- A minta egy elemének relatív eltérése

Eszerint a b) minta elemeinek átlagos relatív eltérése: $(75\%+50\%+50\%+25\%+200\%)/5=80\%$

3.1.3. 9.3.1.3. Szórás

A minta szórása az átlagos abszolút eltéréshez hasonlóan arról tájékoztat, hogy a minta elemei mennyire térnek el a minta középértékétől. Ezt azonban nem egyszerű átlagolással éri el, hanem úgy, hogy a minta elemei és a minta középértéke közötti különbségek négyzetét képezzük, vagyis a szórás voltaképpen a minta elemeinek a minta középértékétől vett eltéréseinek négyzetes (kvadrátikus) középértéke. Ez az úgynevezett empirikus (tapasztalati) szórás. A négyzetre emelés tulajdonságaiból következően, kizárólag pozitív számokkal kell dolgozni, hogy a kapott eredmények mégis illeszkedjenek a mintához, azért szükséges a gyökvonás a művelet sor végén. Igen gyakran használt módszer a minta jellemzésére.

Kiszámítása úgy történik, hogy a minta elemei és a minta középértéke közötti különbségeket rendre négyzetre emeljük, összegezzük, majd elosztjuk a minta elemszámával és négyzetgyököt vonunk belőle. A szórás jelölésére a görög kis szigma (σ) betűt használjuk. A tapasztalati szórás kiszámítása:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Így a már jól bevált b) minta elemeinek szórása:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(1-4)^2 + (2-4)^2 + (2-4)^2 + (3-4)^2 + (12-4)^2}{5}} = 4,05$$

Bár általában csak szórásról beszélnek, érdemes még egyszer hangsúlyozni, hogy a fenti meghatározás a tapasztalati szórás-ra vonatkozik. Ennél pontosabb eredményt kapunk a minta szórására, ha a korrigált tapasztalati szórást alkalmazzuk. Igen kevésbé tér el az előző formulától:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

A b) minta elemeinek korrigált tapasztalati szórása:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(1-4)^2 + (2-4)^2 + (2-4)^2 + (3-4)^2 + (12-4)^2}{4}} = 4,53$$

Nagyobb pontossága miatt célszerű ez utóbbi formula használatára törekednünk a szórás meghatározásakor, különösen akkor, ha a számolás eredményét máshol még újból felhasználjuk, mint kiindulási adatot. Természetesen közlésnél jelezzük, hogy melyik módon határoztuk meg a szórást!

A szórás tulajdonságai az alpműveletekre

- Ha a minta minden eleméhez ugyanazt az értéket adjuk hozzá, a minta szórása nem változik.

- Ha a minta minden eleméből ugyanazt az értéket vonjuk ki, a minta szórása nem változik.
- Ha a minta minden elemét ugyanazzal az értékkel szorozzuk, a minta szórását is ugyanezzel az értékkel kell szoroznunk.
- Ha a minta minden elemét ugyanazzal az értékkel osztjuk, a minta szórását is ugyanezzel az értékkel kell osztanunk.

3.1.4. 9.3.1.4. Relatív szórás

Mivel a szórás azt mutatja meg, hogy a minta elemei milyen messze helyezkednek el a minta középértékétől, ezért ezt a minta elemeinek mértékegységében adjuk meg. Ennek következtében különböző mértékegységben felvett adatsorok szórásának összevetése problémákba ütközhet, hiszen hogyan hasonlíthatnánk össze, hogy például egy hegység patakjainak vízhozama mennyire állandó (liter/másodperc), hasonló-e ennek a szórása a patakok vízgyűjtőterületére hulló csapadékmennyiség változásához (mm/hét)? A megoldás az lehet, ha a szórást nem önmagában értelmezzük, hanem a minta középértékéhez viszonyítjuk, annak százalékában adjuk meg. Ezt hívjuk relatív szórásnak. Ez lehetőséget ad arra, hogy teljesen különböző mértékekben felvett adatsorok szórását vessük össze.

$$\frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100$$

A b) minta elemeinek relatív szórása (az eredmény százalékban értendő)

$$\frac{4,05}{4} \cdot 100 = 101,25$$

3.1.5. 9.3.1.5. Az átlagos különbség

Az átlagos különbség meghatározásánál a középértéket nem vesszük figyelembe, hanem azt határozzuk meg, hogy a minta elemei egymástól átlagosan milyen távol esnek. Ennek érdekében a minta minden elemének minden másik elemtől való távolságát meghatározzuk (különbségüket képezzük), e különbségek abszolút értékét vesszük, majd ezen értékek összegét osztjuk az elemszám négyzetével. Ennek megfelelően az átlagos különbség meghatározásának eredményeként egy pozitív számot kapunk, mely jellemző a sokaság elemeinek egymáshoz képesti szóródására.

$$G = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n |x_i - x_j|}{n^2}$$

A b) példa értékeivel az alábbiak szerint határoztuk meg az átlagos különbséget (9.4. ábra).

9.4. ábra - Az értékek egymással vett különbségeinek abszolút értékei

	1	2	3	4	5
1		1	2	3	4
2	1		1	2	3
3	2	1		1	2
4	3	2	1		1
5	4	3	2	1	

A különbségek összege 92, ezt osztva az elemszám négyzetével, az eredmény: $92/5^2=3,68$

4. 9.4. Eloszlások vizsgálata

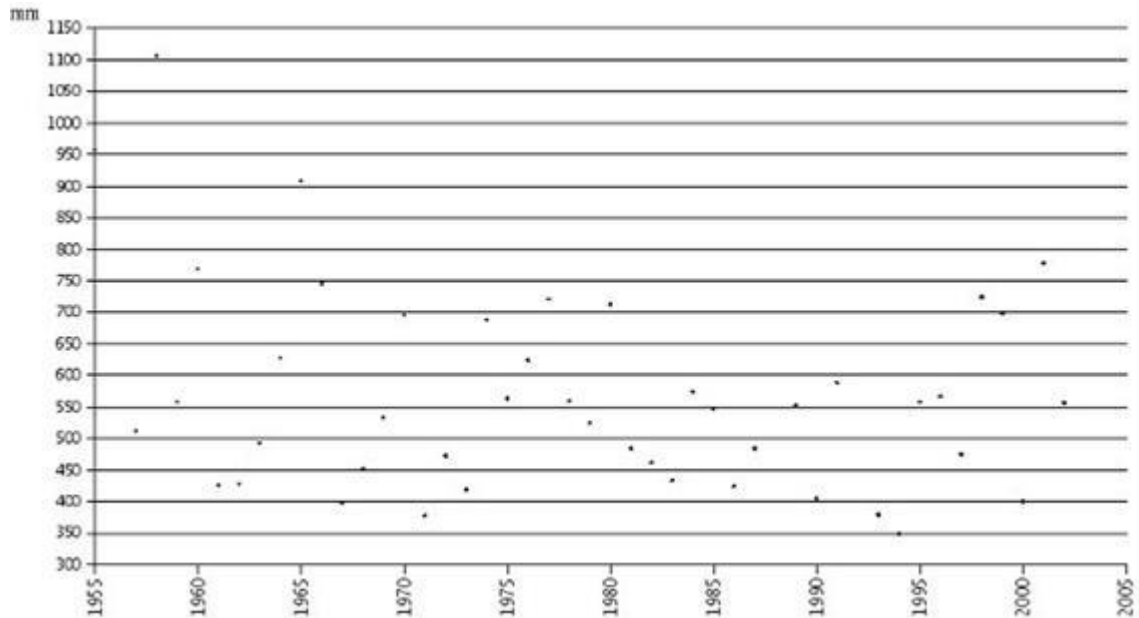
4.1. 9.4.1. Sztochasztikus eloszlás

A sztochasztikus eloszlás magyarra véletlen eloszlásként fordítható. Ennek megfelelően a sztochasztikus eloszlású sokaság olyan, hogy elemei az általuk elfoglalt tartományon belül véletlenszerűen szóródnak. E tartomány azonban akár jól meghatározható, pontosan lehatárolható is lehet. Igaz lehet az is, hogy a sokaság elemei ugyan véletlenszerűen szóródnak a tartományon belül, de mégis valamilyen jellemző módon helyezkednek el, valamilyen egyenes, vagy görbe mentén látszanak rendeződni. Ekkor ezen egyenes, vagy

görbe körül általában úgy helyezkednek el, hogy hozzá közeledve egyre nagyobb sűrűséggel találhatók, másképpen fogalmazva egyre nagyobb valószínűséggel fordulnak elő.

Előfordulhat olyan sokaság is, melyet vizsgálva nem találunk semmiféle egyenest, vagy görbét, melynek mentén rendeződni látszanának a sokaság elemei (9.5. ábra).

9.5. ábra - Példa a sztochasztikus eloszlás grafikus megjelenésére: Tiszadob éves csapadékösszegei, 1955-től 2002-ig (forrás: OMSZ csapadékmérő állomás, Tiszadob)



A véletlenszerű eloszlás mutató sokaságok úgy jönnek létre, hogy kialakulásukért nem egyetlen tényező felelős -- ekkor ugyanis függvénytípusú lenne közöttük a kapcsolat --, hanem több, általában egymástól is független ok tételezhető fel. A társadalom és a természet jelenségei szinte kizárólag ilyen jellegűek, ennek megfelelően igen jellemző rájuk, hogy sztochasztikus eloszlásúak.

A fentiek értelmében azt mondhatjuk, hogy a sztochasztikus eloszlású sokaságok elemeiről csak valamilyen valószínűséggel tudjuk megmondani, hogy milyen értéket vesznek fel. Beszélhetünk tehát arról is, hogy a sokaság elemei milyen valószínűséggel vesznek fel bizonyos értékeket, illetve arról, hogy valamilyen adott értékű elem milyen valószínűséggel fordul elő egy adott sokaságban. Így például nem áll módunkban pontosan megmondani, hogy milyen idő lesz jövő szerdán, de meg tudjuk mondani, hogy milyen valószínűséggel lesz csapadékos, vagy éppen 20°C-os léghőmérséklet mellett száraz az idő. Ehhez elsősorban a gyakorisági soroknál és a valószínűségek vizsgálatánál már tárgyalt ismeretekre lesz szükség.

4.2. 9.4.2. Binomiális eloszlás

A binomiális eloszlás segítségével meghatározhatjuk, hogy a sokaságban előforduló valamely jelenség milyen valószínűséggel következik be egy, az adott sokaságból vett n elemű mintában k alkalommal.

$$P(k, n) = \frac{n!}{k!(n-k)!} p^k (1-p)^{n-k}$$

n -- sokaságból kiválasztott minta elemszáma,

p -- a vizsgált jelenség tapasztalati valószínűsége az egész sokaságban

k -- a megkívánt előfordulások száma n elemű mintában

Határozzuk meg, mennyi a valószínűsége annak, hogy Budapesten az 1896--1995 közötti időszak adatai alapján, öt egymást követő esztendőből háromban a januári középhőmérséklet nulla fok felett lesz! Ehhez a binomiális eloszlás egyenletét használjuk, az adatokat pedig a 9.6. ábra második oszlopából vesszük.

9.6. ábra - Példa az abszolút-gyakorisági sorokra: januári középhőmérsékletek megoszlása az egyes hőmérsékleti kategóriákban Budapesten 1871-1995 között (forrás: Magyarország népessége és gazdasága -- Múlt és jelen. KSH, 1996. A – év, B – januári középhőmérséklet, C – júliusi középhőmérséklet, D – éves középhőmérséklet)

A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1896	-6,4	21,9	10,2	1929	-3,8	22,0	10,1	1962	1,0	20,3	10,7
1897	0,1	21,5	10,5	1930	0,3	21,9	11,8	1963	-5,2	23,8	10,6
1898	0,2	20,2	11,5	1931	0,4	23,5	10,6	1964	-5,7	22,4	10,8
1899	2,7	21,2	11,6	1932	-1,2	23,4	10,8	1965	0,8	20,8	10,2
1900	0,9	22,8	11,4	1933	-2,1	22,5	10,3	1966	-2,8	20,7	11,9
1901	-5,3	22,5	10,6	1934	-1,5	22,4	12,5	1967	-1,3	23,7	11,8
1902	2,8	20,4	9,9	1935	-2,0	22,2	11,0	1968	-1,0	21,9	11,7
1903	-1,1	21,0	11,3	1936	4,2	24,0	11,6	1969	-1,9	22,3	11,1
1904	-2,1	24,0	11,1	1937	-2,3	22,0	11,6	1970	-1,2	21,1	10,9
1905	-3,8	23,8	10,9	1938	0,0	22,4	11,6	1971	-0,7	22,4	11,7
1906	-0,7	21,7	11,0	1939	1,7	22,8	11,6	1972	-0,1	22,7	11,6
1907	-2,3	20,0	10,5	1940	6,8	21,1	9,1	1973	0,4	21,8	11,6
1908	-2,4	21,9	10,3	1941	-2,1	21,2	10,2	1974	2,2	20,8	11,9
1909	-3,0	20,3	10,7	1942	-8,3	21,2	10,3	1975	3,3	21,6	11,9
1910	0,9	20,9	11,5	1943	-3,9	22,0	11,7	1976	1,7	23,2	11,2
1911	1,0	23,1	11,5	1944	3,2	21,2	11,1	1977	0,9	21,0	11,8
1912	-3,3	21,5	9,8	1945	-3,3	22,8	11,5	1978	1,1	19,9	10,5
1913	-1,9	18,4	10,4	1946	-2,8	23,9	11,8	1979	-1,7	19,8	11,7
1914	-4,0	20,3	10,2	1947	-5,7	23,8	11,7	1980	-2,5	19,8	10,1
1915	2,2	20,6	10,7	1948	4,2	20,3	11,5	1981	-1,3	20,8	11,5
1916	3,8	21,2	11,6	1949	1,8	21,8	12,0	1982	-2,7	21,7	11,6
1917	0,5	22,8	10,8	1950	-2,2	24,4	12,1	1983	4,8	24,0	12,2
1918	1,1	21,1	11,1	1951	2,8	22,4	12,3	1984	1,3	19,6	11,1
1919	2,5	19,7	10,5	1952	1,2	24,2	11,4	1985	-3,9	21,5	10,4
1920	3,1	22,2	11,2	1953	1,3	23,0	11,6	1986	-0,8	20,6	10,9
1921	4,6	22,8	11,5	1954	-4,8	29,9	10,4	1987	-3,6	23,4	10,7
1922	-1,5	21,6	10,0	1955	-1,0	21,2	10,6	1988	3,1	23,0	11,4
1923	1,8	22,4	11,5	1956	1,5	21,9	9,8	1989	0,6	21,7	11,9
1924	-3,1	21,1	10,3	1957	-1,3	22,2	11,3	1990	1,0	21,2	12,0
1925	0,2	21,6	11,0	1958	-0,3	22,1	11,3	1991	1,3	23,2	10,9
1926	0,2	20,8	11,7	1959	0,1	22,7	11,4	1992	2,0	22,9	12,3
1927	2,7	22,6	11,2	1960	-1,2	19,9	11,3	1993	1,5	20,4	11,3
1928	-0,3	24,7	11,3	1961	-0,9	20,4	12,1	1994	4,1	24,7	12,6
								1995	0,2	24,8	11,5

Mivel ebben az időszakban a 100 januárból összesen 49-ben volt a havi középhőmérséklet 0°C felett (azaz legalább 0,1°C volt a havi középhőmérséklet), vagyis a 0,1°C-nál melegebb januárok tapasztalati valószínűsége

(vagyis az, hogy a valóságban az esetek hány százaléka volt ilyen, osztva százzal) 0,49, ezért az egyenletbe p értékeként 0,49-et helyettesítünk be, n értéke 5, k pedig 3 lesz. Ezek alapján egyenletünk a behelyettesítések után:

$$P(3,5) = \frac{5!}{3!(5-3)!} 0,49^3 (1-0,49)^{5-3}$$

Ebből, a közbenső műveleteket kihagyva: $P(3, 5) = 0,306$

Vagyis annak a valószínűsége (az 1896-1995 közötti januárok adatai alapján), hogy Budapesten öt egymást követő évben három január havi középhőmérséklete legalább 0,1°C lesz, 30,6%.

4.3. 9.4.3. Poisson eloszlás

A Poisson-eloszlás azt mutatja meg, hogy egy nagy elemszámú sokaságban ritkán előforduló jelenség milyen valószínűséggel következik be egy, az adott sokaságból vett n elemű mintában k alkalommal. Kérdés, hogy mit érthetünk „ritkán előforduló jelenség”, „nagy elemszámú sokaság” alatt. Elfogadott a kis valószínűsége a 3% alatti valószínűség, a nagy elemszám pedig jellemzően legalábbis száznál több elemet jelent. E valószínűségi érték meghatározására az alábbi egyenlet szolgál:

$$P(k, np) = \frac{(np)^k e^{-np}}{k!}$$

e -- a természetes alapú logaritmus alapja, közelítő értéke 2,72 (Euler, svájci matematikus állapította meg értékét, ezért nevezik Euler-féle számnak is, innen az e). Leonhard Euler (1707. április 15. – 1783. szeptember 18.) egyébként a XVIII. század legnagyobb és minden idők egyik legtermékenyebb matematikusa volt.)

Határozzuk meg az 1896--1995 közötti száz év adatait alapul véve, mekkora a valószínűsége Budapesten annak, hogy öt esztendőből háromban különösen magas (5°C-nál magasabb) lesz a januári középhőmérséklet! Ehhez a 3. táblázat második oszlopának adatait vegyük alapul! Mivel 100 év adatait megvizsgálva 5°C-nál melegebb, vagyis legalább 5,1°C-os havi középhőmérsékletű január összesen egy volt, ezért azt mondhatjuk, hogy az ilyen januárok bekövetkezésének tapasztalati valószínűsége 1%, vagyis 0,01. Az egyenletbe behelyettesítendő adatok tehát:

$n=5, p=0,01, k=3, e=2,72$.

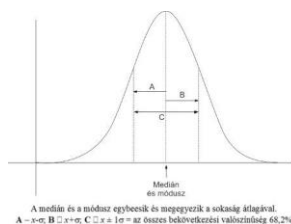
$$P(3, 0,05) = \frac{(0,05)^3 2,72^{-0,05}}{3!}$$

Megoldva az egyenletet, az eredmény 0,00002 (kerekítve). Tehát annak a valószínűsége (az 1896--1995 közötti januárok adatai alapján), hogy Budapesten öt egymást követő évben három január havi középhőmérséklete legalább 5,1°C lesz, 0,002%, vagyis elhanyagolhatóan kicsi. Ha jobban meggondoljuk, ez természetesen várható is volt.

4.4. 9.4.4. Normál eloszlás

A normál eloszlású sokaság jellemzője, hogy a sokaság számtani középértéke, mediánja és módusza egybeesik. Tehát a normál eloszlású sokaság leggyakoribb, vagyis legjellemzőbb értéke éppen a sokaság középértéke, valamint a sokaság elemeinek éppen fele kisebb a sokaság középértéknél, éppen fele pedig nagyobb annál. Jellemzője továbbá a normáeloszlásnak, hogy a középértéktől távolodva az egyes értékekhez tartozó gyakoriság folyamatosan csökken mindkét irányban. A normál eloszlású sokaság fontos jellemzője még, hogy számtani középértéke és szórása egyértelműen meghatározza az alakját. A középértéktől pluszminusz egy szórásnyi távolságon belül található az adatok 68,2%-a, pluszminusz 2 szórásnyi távolságon belül 95,4%-a, pluszminusz három szórásnyira 99,74%-a. Másképpen fogalmazva azt is mondhatjuk, hogy a pluszminusz egy szóráson belül levő értékek bekövetkezési valószínűsége 68,2%, a pluszminusz két szóráson belül levő értékek bekövetkezési valószínűsége 95,4%, a pluszminusz három szóráson belül levő értékek bekövetkezési valószínűsége 99,74%.

9.7. ábra - A normális eloszlás általános képe



A normáloszlás különös fontossága abban rejlik, hogy azon jelenségek, melyek nagyon nagy elemszámúak, és melyeket sok véletlen} tényező alakít ki, általánosan normáloszlást mutatnak. E normáloszlás ugyanakkor természetesen -- éppen a véletlen tényezők következtében -- sztochasztikus jellegű. Ennek megfelelően a elmondhatjuk, hogy mind a társadalmi, mind a természeti jelenségek körében gyakran találkozhatunk normáloszlást mutató sokaságokkal. Ilyen például a felnőtt népesség magasság szerinti eloszlása is, hiszen tapasztalhatjuk, hogy mind a különösen alacsony, mind a nagyon magas emberek ritkán fordulnak elő, ugyanakkor az „átlagos” magasságúak a leggyakoribbak, vagyis -- legalábbis Magyarországon -- leggyakoribb a 170 cm körüli magasság, és a 190 cm-nél magasabbak, valamint a 160 cm-nél alacsonyabb felnőttek is ritkák, a még alacsonyabbak és a még magasabbak pedig egyre ritkábban fordulnak elő. Általánosságban elmondható, hogy valamely vizsgált sokaság „normális” elemei éppen azok, amelyek az adott normáloszlású sokaság legnagyobb részét adják, vagyis a leggyakoribbak, és egyszersmind a sokaság középpértéke körül helyezkednek el. A normál eloszlás egyik felhasználási lehetőségének illusztrálására is Budapest 1896--1995 közötti januári középhőmérsékleti értékeit dolgozzuk fel (3. táblázat). Határozzuk meg, milyen valószínűséggel következik be Budapesten 1°C feletti, vagyis legalább 1,1°C középhőmérsékletű január!

A középhőmérsékletek számtani közepe: -0,36°C, a szórás pedig 2,73, vagyis $M_x = -0,36$ $\sigma = 2,73$

Meghatározzuk, hogy milyen távol esik a megadott határérték a sokaság középpértékétől a sokaság szórásában kifejezve: a középpérték (-0,36) és a vizsgált határérték (1,1) között a különbség: 1,46, ez a szórásban (2,73) kifejezve: $1,46/2,73=0,53$, vagyis a megadott határérték 0,53 szórásnyira van a sokaság középpértékétől. Most határozzuk meg a 9.8. ábra (normál_eloszlás_határértékei) segítségével a 0,53 szórásnyi távolságon belül levő tartomány bekövetkezési valószínűségét! A táblázat Δ oszlopai mutatják a szórás arányában vett középpérték--határérték távolságokat, a % fejlécű oszlopok pedig az ezekhez tartozó valószínűségi értékeket. Bár 0,53 nem szerepel a táblázat megfelelő oszlopában, a hozzá közel eső 0,50 és 0,55 igen, így az ezekhez tartozó valószínűségi értékek között kell lennie a keresett értéknek. Mivel a két szomszédos érték 0,6915, illetve 0,7088, ezért azt mondhatjuk, hogy 0,53-hoz 0,7 valószínűség tartozik. Ez tehát azt jelenti, hogy az összes olyan esemény együttes} bekövetkezési valószínűsége, mely események 1,1°C-ig eléréséig következnek be, vagyis az 1,1°C-os értéktől , balra vannak, 70%. Mivel azonban nekünk a legalább 1,1°C-os és annál magasabb középhőmérsékletek bekövetkezési valószínűségére van szükségünk, nyilvánvaló, hogy ezt úgy kapjuk meg, hogy a teljes valószínűségből kivonjuk a 70%-ot, vagyis: $1-0,7 = 0,3$.

Számításunk szerint tehát annak a valószínűsége, hogy Budapesten 1°C-nál melegebb, vagyis legalább 1,1°C középhőmérsékletű lesz a január, 30%. Ha most megnézzük a 3. táblázatot, látható, hogy a 100 évből 31 alkalommal volt 1°C-nál melegebb január, a relatív gyakoriság tehát 31%, ez pedig igen jól egyezik a számítással eredményül kapottal.

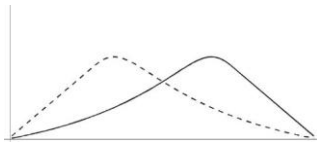
9.8. ábra - A standard normális eloszlású valószínűségi változó eloszlásfüggvényének egyes értékei

0,00	0,5000	1,15	0,8749	2,24	0,9875
0,05	0,5199	1,20	0,8849	2,28	0,9887
0,10	0,5398	1,25	0,8944	2,32	0,9898
0,15	0,5596	1,30	0,9032	2,36	0,9909
0,20	0,5793	1,35	0,9115	2,40	0,9918
0,25	0,5987	1,40	0,9192	2,44	0,9927
0,30	0,6179	1,45	0,9265	2,48	0,9934
0,35	0,6368	1,50	0,9332	2,52	0,9941
0,40	0,6554	1,55	0,9394	2,56	0,9948
0,45	0,6736	1,60	0,9452	2,60	0,9953
0,50	0,6915	1,65	0,9505	2,64	0,9959
0,55	0,7088	1,70	0,9554	2,68	0,9963
0,60	0,7257	1,75	0,9599	2,72	0,9967
0,65	0,7422	1,80	0,9641	2,76	0,9971
0,70	0,7580	1,85	0,9678	2,80	0,9974
0,75	0,7734	1,90	0,9713	2,84	0,9977
0,80	0,7881	1,95	0,9744	2,88	0,9980
0,85	0,8023	2,00	0,9772	2,92	0,9982
0,90	0,8159	2,04	0,9793	2,96	0,9985
0,95	0,8289	2,08	0,9812	3,00	0,9987
1,00	0,8413	2,12	0,9830	3,04	0,9996
1,05	0,8531	2,16	0,9846	3,08	0,9999
1,10	0,8643	2,20	0,9861		

4.5. 9.4.5. Keverékeloszlások és torzult eloszlások

A normáloszlás azon tulajdonsága, hogy a medián, a módusz és a számtani középérték egybeesnek, lehetőséget ad arra is, hogy ezt a fajta eloszlást mintegy „referenciaként” használjuk. Létezhetnek olyan eloszlások is, amelyek bár igen hasonlóak a normál eloszláshoz, eltérnek attól abban, hogy nem szimmetrikusak, vagy nem egymódusúak, esetleg mindkét különbség egyszerre lelhető fel bennük. Ha eloszlásunk olyan, hogy a módusz nem esik egybe a mediánnal és a középértékkel, akkor torzult eloszlásról beszélünk. A módusz ekkor eshet nagyobb értékre, mint a medián, illetve eshet kisebb értékre annál. Az, hogy mennyire tér el és merre tér el a módusz a középértéktől, igen jól jellemzi a sokaságot. Éppen ezért célszerű pontos meghatározást adni rá, ezt hívjuk ferdeségnek. A ferdeség tehát megmutatja, hogy a vizsgált sokaság eloszlásában merre- és mennyire tér el a módusz a mediántól. A torzult eloszlás tipikus megjelenése látható a 9.9. ábrán. Az ábrán folytonos vonallal rajzolt grafikon jobb oldali-, a szaggatott vonallal rajzolt pedig bal oldali aszimmetriát tükröz. A torzult eloszlást ferde, vagy aszimmetrikus eloszlásnak is nevezik.

9.9. ábra - A torzult normál eloszlású sokaság grafikus képe általánosan



A Pearson, brit matematikus által bevezetett, ennek megfelelően Pearson-féle aszimmetria mérőszám meghatározása igen egyszerű és kézenfekvő. Képezzük a sokaság számtani közepének és móduszának különbségét, majd az eredményt osztjuk a sokaság szórásával, azaz azt vizsgáljuk, hogy a számtani közép és a módusz különbsége hogyan aránylik a szóráshoz.

$$A_f = \frac{\bar{x} - Mo}{s}$$

$\bar{x}$ -- a sokaság számtani közepe, Mo -- a sokaság módusza.

E mérőszám nulla értéke az aszimmetria hiányát jelzi, negatív értéke bal oldali aszimmetriát, pozitív értéke pedig jobb oldali aszimmetriát jelent. Fontos tudnunk, hogy a mérőszám abszolútértéke lehet egynél nagyobb, felfelé nincs meghatározott korlátja, mindazonáltal 0,5 körüli abszolútértéke már számottevő aszimmetriát jelöl, ennél nagyobb értékei pedig értelemszerűen még jelentősebbet.

A Köppen-féle aszimmetria mérőszám meghatározása az alábbi:

$$A_k = 1 - \frac{2n_a}{n}$$

n_a -- a sokaság középértékénél kisebb elemek száma, n -- a sokaság tagjainak száma.

A Köppen-féle mérőszám tulajdonsága, hogy értéke -1 és +1 közé esik, szimmetria esetén pedig 0. Negatív előjelű, ha a számtani középénél kisebb elemek vannak többségben, pozitív, ha a nagyobbak. Egy másik gondolatmenet szerint vizsgáljuk meg, hogy a sokaság mediánja és a sokaság alsó-, illetve felső kvantilisai között mekkorák a távolságok. Nyilvánvaló, hogy szimmetrikus eloszlás esetében a mediántól ugyanakkora távolságra található valamely alsó kvantilis, például az alsó kvartilis, mint a megfelelő felső kvantilis, a példánál maradva, a felső kvantilis. Ha ez a feltétel nem teljesül, akkor a sokaság valamilyen ferdeségű. Meghatározása:

$$A_f = \frac{(K_f - Me) - (Me - K_a)}{(K_f - Me) + (Me - K_a)} = \frac{K_f + K_a - 2Me}{K_f - K_a}$$

K_f -- felső kvantilis, K_a -- alsó kvantilis, Me -- medián.

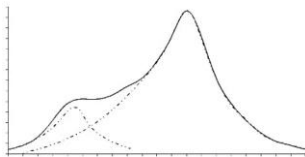
Ezzel a módszerrel számolva a ferdeség értékére -1 és +1 közötti számot kapunk. Ha nincs ferdeség, akkor az eredmény nulla, ha a mediánnál kisebb értékek vannak többen, akkor negatív, ha a mediánnál nagyobb értékek, akkor pedig ha pozitív a végeredmény előjele. -1 vagy +1 akkor lehet az eredmény, ha az eloszlás ferdesége akkora, hogy a módusz éppen az alsó, vagy a felső kvantilisra esik. Ebből következik, hogy ha nem a kvartiliseket vesszük alapul, hanem például a deciliseket, akkor más eredményt kapunk eredményül. Ennél az eljárásnál általában a kvartiliseket használjuk. Fontos megjegyezni, hogy a sokaság szélsőértékeinek használata ebben az esetben nem megfelelő eljárás, hiszen azoktól a medián -- definíció szerint -- egyenlő távolságra van. A kvartilisek esetében erről nincsen szó, ezért alkalmasak a ferdeség mutatóására.

A torzult eloszlások egyik speciális fajtája az U-eloszlás. Ennek meghatározó jellemzője, hogy a sokaság két gyakorisági maximummal bír, melyek a két szélre esnek, vagyis olyan sokaságról van szó, melyben a legkisebb

értékű és a legnagyobb értékű elemek a leggyakoribbak. Fontos megjegyeznünk, hogy ilyen eloszlás esetében különösen nagy hibát okozhat, ha a sajátos eloszlást figyelmen kívül hagyva, csak a számtani középértéket vesszük figyelembe, hiszen éppen az lesz a legritkább, de legalábbis az egyik legritkábban előforduló érték a sokaságban.

Ha valamely eloszlást vizsgálva azt tapasztaljuk, hogy eloszlása U-eloszlás, akkor mindenképpen érdemes részletesebben megvizsgálni. Ez ugyanis azt mutatja, hogy a jelenséget kialakító tényezők olyanok, hogy azok a sokaság összetételét a normál eloszlástól a lehető legjobban eltérőre alakították ki, ami meglehetősen ritka jelenség. Keverék eloszlások alakulnak ki, ha két- vagy több normáeloszlás (akár torzult eloszlások is) együttesen fordul elő. Ekkor a két eloszlás megfelelő értékei összeadódnak, miáltal az eredő eloszlás többmódusú lehet, esetleg valamilyen szélsőséges hatás kerekedik felül benne. A keverékeloszlás általános megjelenése az 9.10. ábrán tanulmányozható.

9.10. ábra - A keverék eloszlás grafikus képe általánosan

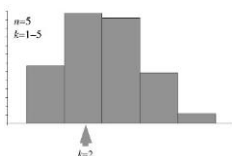


A keverék eloszlások felismerése fontos lehet. Ha ugyanis valamely sokaság egy kiválasztott tulajdonságának eloszlását vizsgálva keverékeloszlást kapunk, akkor jogos a feltételezés, hogy az általunk eredetileg egyetlen jellemzőnek tartott tulajdonság valójában két vagy több részsokaságra bontható, melyek egymástól függetlenül, külön-külön hatnak. Ilyenkor szükséges lehet az eredeti koncepció felülvizsgálata és az egyes komponensek meghatározása. Igen gyakori jelenség a tudományos kutatásban, hogy új jelenségek, összefüggések felismerésére éppen az vezet, hogy valamely ismert lefolyású, ismert szerkezetű jelenségről kiderül: több, eddig nem ismert komponens is részt vesz a kialakításában. A keverék eloszlások felbonthatók összetevőikre, ezen eljárások ismertetésére azonban a jegyzetben nem térünk ki.

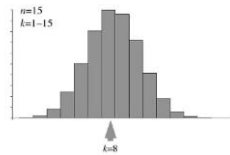
5. 9.5. Összefüggés eloszlások között

Vizsgáljuk most meg a 9.11., 9.12., 9.13., 9.14. ábrát és a videókat! A diagramokról az olvasható le, hogy milyen valószínűséggel fordul elő n számú évből k esetben 1°C -nál magasabb középhőmérsékletű január Budapesten (1896-1995 közötti adatok alapján)(Pontosabban az olvasható le, hogy az egyes k értékekhez tartozó valószínűségek nagyságai hogyan viszonyulnak egymáshoz, hiszen a tengelyek egyike sincs skálázva, megkönnyítendő az ábra áttekintését). Így például a bal felső diagram azt mutatja meg, hogy milyen valószínűséggel fordul elő 5 évből 1, 2, 3, 4, illetve 5 esetben olyan január, melynek középhőmérséklete meghaladja az 1°C -ot. Látható, hogy a $k=2$ és $k=3$ esetek a legvalószínűbbek. Az ábra többi diagramjának értelmezése hasonlóképpen történik, azonban az $n=100$ esetben már olyan finom lépésekkel halad a valószínűségek változása, hogy az már tulajdonképpen folytonos függvényként kezelhető, átmege az eloszlás normáeloszlásba, ezért vonaldiagrammal lehet ábrázolni. Jegyezzük meg továbbá, hogy n és k növelésével a Poisson-eloszlás binomiális eloszlásba megy át.

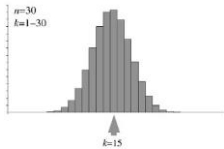
9.11. ábra - Annak a valószínűsége, hogy Budapesten a januári középhőmérséklet 5 egymást követő évben 1, 2, 3, 4, illetve 5 esetben lesz magasabb, mint 1°C



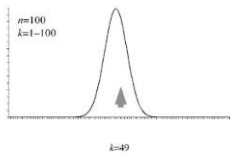
9.12. ábra - Annak a valószínűsége, hogy Budapesten a januári középhőmérséklet 15 egymást követő évben 1, 2, 3 ... 14, 15 esetben lesz magasabb, mint 1°C



9.13. ábra - Annak a valószínűsége, hogy Budapesten a januári középhőmérséklet 30 egymást követő évben 1, 2, 3 ... 29, 30 esetben lesz magasabb, mint 1°C



9.14. ábra - Annak a valószínűsége, hogy Budapesten a januári középhőmérséklet 100 egymást követő évben 1, 2, 3 ... 99, 100 esetben lesz magasabb, mint 1°C + 2 DB VIDEÓ



Az animáció az alábbi linkre kattintva letölthető.

Az animáció az alábbi linkre kattintva letölthető.

6. 9.6. Minták összefüggéseinek vizsgálata

Gyakran fordul elő, hogy két jelenség összefüggéséről kell valamilyen értékelést adnunk, másképpen fogalmazva, megmondanunk, hogy van-e összefüggés két jelenség között és ha igen, milyen irányú, milyen szoros. Vajon van-e összefüggés az éves csapadékmennyiség és a felhőborítottság mértéke között ugyanazon a helyen? Ha igen, miféle? Van-e kapcsolat a Balaton nyári vízszintje és a Balaton vízgyűjtőjére télen lehullott hó mennyisége között? Ha igen, milyen irányú, milyen szoros? Ezekre és a hasonló kérdésekre ad választ a minták összefüggésének vizsgálata. E fejezetben belül a korrelációt, az elsőfokú regressziót, a rangkorrelációt, valamint a változások vizsgálatát tekintjük át. Ez utóbbi azért kerülhetett e fejezetbe, mert voltaképpen minden jelenség változása valamilyen más jelenség változásának függvényében vizsgálható, vagyis a két változás között valamilyen összefüggés található.

Az összefüggések, mint az eloszlások esetében már láthattunk is rá példát, általában sztochasztikusak, vagyis nem csupán egyetlen hatás alakítja ki az eloszlás képét. Arra azonban ekkor is lehetőség van, hogy meghatározzuk az összefüggések alapvető tendenciáit, más szóval a trendet. Ezek alapján az összefüggés sokféle lehet ugyan, de ezek néhány csoportba foglalhatók. Alapvetően beszélhetünk lineáris és nemlineáris összefüggésekről, tendenciákról.

6.1. 9.6.1. Összefüggések erőssége – Korreláció, korrelációs együttható

A korrelációs együttható két minta közötti kapcsolat szorosságának a meghatározására szolgál. A korrelációs együttható értéke -1 és +1 közötti racionális szám lehet.} Fontos tisztában lennünk azzal, hogy kis elemszám esetében nincs értelme a korrelációs együttható meghatározásának, sőt 10-nél kevesebb adat esetében nem határozható meg a korrelációs együttható. A korrelációs együttható számításához meg kell határoznunk a minták középértékeit, valamint az adott minta elemei és középértéke közötti különbségeket. Itt az empirikus (tapasztalati) korrelációs együttható meghatározásának módját közöljük, ez tulajdonképpen megegyezik a korrelációs együtthatóval:

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

r -- a korrelációs együttható,

x_i -- az első minta aktuális eleme, $\bar{x}$ -- az első minta számtani középértéke,

y_i -- a második minta aktuális eleme, $\bar{y}$ -- a második minta számtani középértéke.

Észrevehetjük, hogy a korrelációs együttható meghatározásában a középértékeket és az egyes minták elemeinek a középértékhez való viszonyát használjuk fel, a nevezőben pedig egyenesen a szórás kiszámításából már ismerős elemek láthatók, csak éppen anélkül, hogy a részeredményeket osztottuk volna az elemszámmal:

$$\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$\sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2}$$

Abban az esetben, ha a korrelációs együttható értékére +1-et, vagy -1-et kapunk, azt mondjuk, hogy a két minta között függvénykapcsolat van. A korrelációs együttható pozitív értékei esetén azt mondjuk, hogy a két minta között a kapcsolat egyirányú, pozitív, vagyis amennyiben az egyik minta értékei növekednek, a másik minta értékei is növekednek és viszont. Az együttható negatív értéke esetében a kapcsolat ellentétes, negatív, vagyis amennyiben az egyik minta értékei növekednek, a másikéi csökkennek és viszont. Annál jobban követik egymást a minták változásai, minél jobban közelít a +1-hez az együttható értéke, és annál inkább ellentétesen változnak a minták értékei, minél jobban közelít az együttható értéke a -1-hez.

Amennyiben a korrelációs együttható értéke 0, akkor azt mondhatjuk, hogy a két minta közötti kapcsolat létét elvethetjük. Ugyanez a helyzet az együttható kisebb abszolút értékei esetében. (A korrektség érdekében meg kell jegyezni, hogy az $r=0$ eset nem jelenti azt, hogy a két minta független, és az $r \neq \pm 1$ nem jelenti, hogy a két minta között függvénykapcsolat van. Igaz ugyanakkor, hogy ha $r=0$ és a két minta együttes eloszlása normális eloszlás, akkor a minták függetlenek.) A mindennapi gyakorlatról elmondhatjuk, hogy a +1 és a -1 érték az együtthatóra igen ritka, hiszen a természet, a társadalom, a gazdaság folyamatai szinte minden esetben bonyolult szövedéket alkotnak, és jóformán bármely vizsgált jelenségre nem csupán egyetlen másik jelenség hat, hanem több is. Sokkal általánosab, hogy r értéke 0 és a két véglet között helyezkedik el. Általában azt mondhatjuk, hogy ha r abszolútértéke 0,6 fölött van, a két minta között már közepes erősségű kapcsolat meglétét feltételezhetjük, míg 0,8 fölött már szoros, esetleg igen szoros összefüggést tételezhetünk föl.

Fontos megértenünk: abból, hogy két minta között a korrelációs együttható viszonylag magas abszolútértékű, önmagában még nem következik, hogy a két minta között bármiféle összefüggés lenne! (Egy kissé talán szélsőséges példával: attól, hogy az elmúlt 20 évben folyamatosan csökkent Magyarország lakossága, ugyanezen időszakban viszont folyamatosan nőtt Kínáé, vagyis a korrelációs együttható valószínűleg közelítene a -1-hez, még nem következik, hogy e két ország népességszámának alakulása bármiképpen összefüggene egymással.) A korrelációs együttható meghatározása tehát akkor célszerű, ha a más módszerek használatával már megállapított kapcsolatnak az erősségét számszerűsíteni szeretnénk, például összehasonlítás céljából.

Nézzük meg a korrelációs együttható kiszámításának menetét egy példán! Vizsgáljuk meg, hogy mutatnak-e összefüggést a pécsi Misinán mért csapadékmennyiség és felhőborítottság havi középértékei (9.15. ábra)!

9.15. ábra - Példa a korrelációs együttható meghatározására: A havi közepes csapadékmennyiség (mm) és a havi közepes felhőborítottság (%) alakulása Misinán (Pécs), az 1901--1950 évek átlagában. (forrás: Baranya megye természeti földrajza. Baranya Megyei Levéltár, 1977)

A	B	C	D	E	F	G	H
1	41,00	69,00	-19,25	10,75	-206,94	370,5625	115,5625
2	42,00	65,00	-18,25	6,75	-123,19	333,0625	45,5625
3	49,00	63,00	-11,25	4,75	-53,44	126,5625	22,5625
4	71,00	58,00	10,75	-0,25	-2,69	115,5625	0,0625
5	73,00	55,00	12,75	-3,25	-41,44	162,5625	10,5625
6	71,00	53,00	10,75	-5,25	-56,44	115,5625	27,5625
7	65,00	46,00	4,75	-12,25	-58,19	22,5625	150,0625
8	60,00	41,00	-0,25	-17,25	-4,31	0,0625	297,5625
9	58,00	48,00	-2,25	-10,25	-23,06	5,0625	105,0625
10	72,00	57,00	11,75	-1,25	-14,69	138,0625	1,5625
11	71,00	69,00	10,75	10,75	115,56	115,5625	115,5625
12	50,00	75,00	-10,25	16,75	-171,69	105,0625	280,5625
	$\bar{x}=60,25$	$\bar{y}=58,25$			össz.= 640,52	össz.=1610 ,25	össz.=1172,2 5

A – Hónapok; B – Havi közepes csapadék a Misinán (Pécs), 1901--1950 között (mm) ($\bar{x}$ értékek)
C – A felhőborítottság havi közepes értéke a Misinán (Pécs), 1901--1950 között (%) ($\bar{y}$ értékek)
D – $x-\bar{x}$; E – $y-\bar{y}$; F – $(x-\bar{x})(y-\bar{y})$; G – $(x-\bar{x})^2$; H – $(y-\bar{y})^2$

Az adatokat behelyettesítve az egyenletbe kapjuk:

$$r = \frac{-640,52}{\sqrt{1610,25 \cdot 1172,25}}$$

$$r = -0,47$$

Ennek alapján tehát kijelenthetjük, hogy az 1901-1950 közötti csapadék és felhőborítottság mérések szerint Pécsen, a Misinán a csapadékmennyiség éven belüli eloszlása éppen ellentétes volt, mint a felhőborítottság alakulása, az összefüggés közöttük közepes erősségű, ellentétes (negatív) irányú. Vagyis a nagyobb csapadékmennyiségű hónapok éppenséggel kisebb felhőborítottsággal tűntek ki, míg a felhősebb hónapok általában kevésbé voltak csapadékosak. Ugyanakkor attól, hogy csökken a felhőzet, még nem biztos, hogy több csapadék várható az adott hónapban, hiszen a kapcsolat csak közepes erősségű, vagyis a csapadékhullás mértéke nem csupán a felhőborítottság havi mértékétől függő, hanem más tényezők is szerepet játszanak a folyamatban.

Ez természetesen valóban így is van, hiszen nálunk a csapadékhullás maximuma május--június hónapokra esik, amikor éppen a legmelegebb van, a nagy felmelegedés pedig összefügg a kisebb felhőborítottsággal. Télen ugyanakkor az alacsonyabb hőmérsékletek következtében gyakrabban alakul ki felhőzet, de a légkörben tárolt víz viszonylag kis mennyisége miatt kevesebb csapadék hull.

6.2. 9.6.2. Lineáris összefüggések

A lineáris összefüggés azt jelenti, hogy a minta értékeinek alakulása a független változó értékeinek növelésével, vagy csökkenésével mindig ugyanakkora értékkel változik, vagyis a változás abszolút nagysága azonos. Ennek képe derékszögű, egyenközű koordináta-rendszerben egyenes vonal, derékszögű, logaritmikus beosztású koordináta-rendszerben görbevonallá.

A lineáris összefüggések vizsgálata esetében arra törekszünk, hogy meghatározzuk annak az egyenesnek az egyenletét, mely egyenes a legkisebb távolságra van a minta elemeitől, vagyis a legjobban jellemzi a minta elemeinek a másik minta (vagy az idő) függvényében tapasztalható változását.

A lineáris összefüggések tárgyalásakor a lineáris trendet és a lineáris regressziót tárgyaljuk. Lényegi különbség nincs közöttük, ugyanazokra az alapokra vezethetők vissza, és bár különböző eljárásoknak tűnnek, valójában ugyanarról van szó.

Egyes esetekben azonban célszerűbb lehet az egyik vagy a másik módszer használata, ezért mindkettőt -- példákkal illusztrálva -- bemutatjuk. Ne tévesszük azonban szem elől, hogy a két módszer egymást kiválthatja.

Lineáris trend. A lineáris, egyenes vonalú összefüggés esetében az egyenes meghatározása azt jelenti, hogy meghatározzuk az egyenes egyenletét. Minden egyenes függvénykapcsolatot fejez ki, hiszen azt mutatja meg, hogy valamely egyértelmű x -hez melyik egyetlen y tartozik. Az egyenesek egyenlete elsőfokú egyenlet, általános alakja az alábbi:

$$y = ax + b$$

Ez azt jelenti, hogy a keresett y érték meghatározható az x érték és x állandóinak (a , b) ismeretében. Az együtthatók meghatározásához az alábbi kétismeretlenes egyenletrendszer nyújt segítséget.

$$\sum y = na + \sum ib$$

$$\sum iy = \sum ia + \sum i^2 b$$

y -- A függő változó aktuális értéke, i -- a minta i -edik sorszámú eleme, a -- az egyenes egyik paramétere, b -- az egyenes másik paramétere n -- a minta elemszáma.

A paraméterek, és így y aktuális értékének meghatározásához a minta elemeit célszerű táblázatba foglalni, a 9.16. ábrában elvégezni a szükséges műveleteket, majd azokat behelyettesíteni az egyenletrendszerbe. Ezek után az egyenletrendszer megoldásával megkapjuk a a és b együtthatók értékeit. Az együtthatókat behelyettesítve az $y = ax + b$ egyenletbe, megkapjuk y aktuális értékét az aktuális x értéknél.

9.16. ábra - Példa a trend meghatározására: Csecsemőhalandóság Magyarországon 1900--1990 között (ezrelékben) (forrás: Magyarország népessége és gazdasága -- Múlt és jelen. KSH, 1996) (E táblázat nem csupán a lineáris-, hanem a logaritmikus-, valamint a parabolikus összefüggések meghatározásához szükséges részeredményeket is tartalmazza.)

Év	y	i	i^2	iy	i^2y	i^3	i^4	$\log y$	$\log y$
1920	192,5	1	1	192,5	192,5	1	1	2,2844	2,28443
1930	152,2	2	4	304,4	608,8	8	16	2,1824	4,3648
1940	115,6	3	9	346,8	1040,4	27	81	2,0630	6,1889
1950	91,0	4	16	364	1456	64	256	1,9590	7,8362
1960	47,6	5	25	238	1190	125	625	1,6776	8,3880
1970	35,9	6	36	215,4	1292,4	216	1296	1,5550	9,3306
1980	23,2	7	49	162,4	1136,8	343	2401	1,3655	9,5584
1990	14,8	8	64	118,4	947,2	512	4096	1,1703	9,3621
Össz.	672,8	36	204	1941,9	7864,1	1296	8772	14,2573	57,3134

y -- az eredeti adatok

i -- az időpont sorszáma

Lássunk egy példát! Magyarországon a csecsemőhalandóság 1920-1990 közötti alakulására igaz, hogy folyamatosan csökkenő tendenciát mutat. Az elmúlt évszázad elején még 20% körüli volt, a végén pedig már csupán 1,4%-nyi. Határozzuk meg a csökkenés trendjét, hogy így pontosabban jellemezzük a tapasztalt változást. A 6. táblázat adatait dolgozzuk fel és -- lineáris összefüggést feltételezve -- határozzuk meg a változást közelítő egyenes egyenletének a és b együtthatóját! Ehhez az eredeti adatokkal még a táblázatban célszerű az összevonásokat elvégezni, ahogy az a 6. táblázatban is látható, majd be kell helyettesítenünk a táblázat adatait az egyenletrendszerbe. Ennek megoldásával megkapható a és b együttható értéke. Vagyis az egyenletrendszer:

$$672,8 = 8a + 36b; 1941,9 = 36a + 204b$$

Ennek megoldásával az együtthatók értéke: $a=200,425$; $b=-25,85$

Tehát az egyenletünk: $y=200,425x-25,85$

Figyeljük meg, hogy bár időbeli változásról van szó, mégsem az időpontokat vettük számításba, vagyis nem az 1920, 1930 stb. évekkal számoltunk. E helyett az adott időtartam -- jelen esetben 1920--1990 -- kezdő időpontjától egyszerűen sorszámozzuk az adatok időpontjait, ezt a táblázatban i-vel jelölt oszlop tartalmazza. Ennek az előnye kézenfekvő: lényegesen egyszerűbb számolni vele, mint a négyjegyű évszámokkal. Két időpont közötti adat sorszáma ebben az esetben törtszám lenne: például 1925-é 1,5.

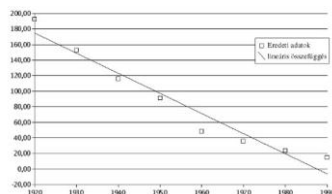
Határozzuk meg most az egyenlet megoldásait a táblázat időpontjaira! A 9.17. ábra a csecsemőhalandóság értékeit tartalmazza ezrelékben megadva, 1920-tól 1990-ig, évtizedenként.

9.17. ábra - A 9.16. ábra adataiból lineáris trend alapján számított értékek az egyes évekhez

Év	Halandóság	Év	Halandóság
y1920	174,6	y1960	71,2
y1930	148,7	y1970	45,3
y1940	122,9	y1980	19,5
y1950	97,0	y1990	-6,4

Grafikusan ábrázolva a táblázat adatait, a 9.18. ábrát kapjuk.

9.18. ábra - Csecsemőhalandóság adatai Magyarországon 1920-1990 között (ezrelék) és az erre illesztett lineáris trend grafikonja



Látható, hogy az eredményül kapott adatok ugyan igen jól illeszkednek a valóságos adatokhoz, de sajnos magát a folyamatot nem sikerült helyesen leírunk. Bár az adatok illeszkedése pontosnak mondható, de az adatsor természetéhez mégsem illeszkedik, hiszen 1990-re már negatív csecsemőhalandóságot jelez, ami nyilvánvaló ellentmondás.

Másik eljárás az egyenes meghatározására – **Lineáris regresszió -- a regressziós egyenes**. A regressziós egyenes a és b együtthatójának meghatározása:

$$a = r(\sigma_y/\sigma_x)$$

$$b = y - xa$$

Látható, hogy a és b kiszámításához szükséges a korrelációs együttható (r), a minták szórásának (σ_y és σ_x) és a minták középértékeinek (y és x) ismerete. A minta értékeinek a regressziós egyenes körüli szórása is meghatározható az előbbi adatok ismeretében:

$$\sigma_R = \sigma_y \sqrt{1-r^2}$$

Lássunk egy példát a fentiekre, határozzuk meg a regressziós egyenes egyenletét a korrelációnál felhasznált táblázat adataiból!

Az a állandó meghatározásához szükségünk van a korrelációs együttható értékére, ez esetünkben -0,47, valamint az x és y oszlopok szórására. Ez utóbbi könnyen kiszámolható, hiszen az $(x-x)^2$ és az $(y-y)^2$ értékei szerepelnek a korrelációnál is, márpedig ezek kellenek a szórás meghatározásához is, valamint az elemszám, mely jelen esetben 12. Ezek alapján a szórások: és $\sigma_x=11,58$ $\sigma_y=9,88$. Az a értéke tehát: $a=-0,47(9,88/11,58) = -0,4$.

A b állandó meghatározásához csupán a számtani közepek kellenek, valamint a, ezek pedig: $x=60,25$, $y=58,25$ valamint $a=-0,4$. Tehát: $b=60,25-(58,25 \times -0,4) = 82,35$.

A regressziós egyenesünk egyenlete: $y = -0,4x + 82,35$

Végezzük el a próbát! A tapasztalt értékekkel összhangban álló adatot kapunk-e a fenti egyenletek alapján, ha megvizsgálunk néhány x -hez tartozó y -t?

Ha $x_1 = 40$; $y_1 = -0,4 \times 40 + 82,35 = 66,35$

Ha $x_2 = 55$; $y_2 = -0,4 \times 55 + 82,35 = 60,35$

Ha $x_3 = 70$; $y_3 = -0,4 \times 70 + 82,35 = 54,35$

Érdeemes meghatároznunk a regressziós egyenes körül az adatok szórását is, ez a fentebb már bemutatott egyenletbe behelyettesítve a már kiszámolt értékeket.

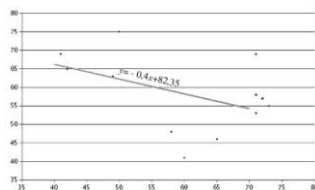
$$\sigma_R = 9,88 \sqrt{1 - (-0,4)^2}$$

$$\sigma_R = 6,97$$

Ez közepes értéknek mondható, de relatív szórást számolva ez még szemléletesebb. Ehhez határozzuk meg az egyenes már meghatározott egyenletéből a legkisebb x -hez (jelen esetben, a táblázatból kikeresve, ez 41) tartozó y értéket, majd végezzük el ugyanezt a legnagyobbra is. E két érték számtani közepe egy olyan y értéket ad, amellyel ha helyettesítjük a többi y értéket, egy, az x tengellyel párhuzamos egyenest határoznak meg. Mondhatjuk, hogy ez a regressziós egyenes „átlaga”, és ehhez viszonyítva értelmezhetjük a regressziós egyenes relatív szórását. Mivel a fentebbi átlagolás eredménye 59,55-öt ad eredményül, ennek arányában kifejezve $\square R$ -t, azt mondhatjuk, hogy a regressziós egyenes körül az adatok relatív szórása 11,7%, ami nem nevezhető szoros illeszkedésnek, megerősítve a korábban elmondottakat.

Egymás függvényében ábrázolva a felhőborítottság és a csapadékmennyiség adatait egy grafikonban (9.19. ábra), láthatjuk, hogy a pontok eloszlásában valóban érzékelhető x növekedésével y értékének csökkenése, és behúzzhatjuk a regressziós egyenesünket is. Jól látható, hogy nagyjából követi a mért értékeket, azok körülötte egyenletesen szóródnak. Látható ugyanakkor az is, hogy a regressziós egyenes balról jobbra lejt, vagyis x növekvő értékeinél y értékei csökkennek, valamint, hogy valóban csak nagyjából követi a pontok eloszlását, és maguk a pontok is kissé szétszórtnak helyezkednek el. E két megfigyelésünk is azt erősíti meg, hogy a két jelenség között negatív irányú, legfeljebb közepes erősségű korrelációt tételezhetünk fel. Jegyezzük meg, hogyan ábrázoljuk a regressziós egyenest és egyenletét!

9.19. ábra - Példa a regressziós egyenes ábrázolására: A havi közepes csapadékösszeg(x) és a havi közepes felhőborítottság (y)(%) összefüggése a Misinán (Pécs) az 1901--1950 évek mérései alapján (forrás: Baranya megye természeti földrajza. Baranya Megyei Levéltár, 1977)



6.3. 9.6.3. Nemlineáris összefüggések

Nemlineáris összefüggések esetében a minta elemei olyanok, hogy az a görbe, mely a lehető legkisebb átlagos távolságra halad el ezen elemek között, csak valamilyen elsőfokúnál magasabb egyenlettel, egyenletrendszerrel írható le. Ekkor tehát az elsőfokú összefüggések esetében már látott általános összefüggés műveletei (összeadás, valamint szorzás) a hatványozással bővülnek. Emiatt ha az egyenlet megoldásait derékszögű, egyenközü koordináta-rendszerben ábrázoljuk, az eredmények nem egyenes vonalat alkotnak, hanem valamilyen módon görbült vonal lesz a képük. Megfordítva az előzőeket: ha mintánk elemeit derékszögű, egyenközü koordináta-rendszerben ábrázolva úgy tűnik, hogy nem valamilyen egyenes vonal körül látszanak szóródni, de összefüggés észlelhető, célszerű lehet a logaritmikus, az exponenciális -- esetleg parabolikus -- összefüggés lehetőségének megvizsgálása.

6.3.1. 9.6.3.1. Logaritmusos összefüggés

Hatványkitevős összefüggés esetében az egyik mennyiség egy egységnyi változásának hatására a másik mennyiség -- legalábbis közelítőleg -- azonos arányban változik. Ekkor tehát a függő változó egyre nagyobb abszolút értékkel változik, de az előző mennyiséghez viszonyítva mindig ugyanakkora arányban vagyis a láncviszonyszámok sorozata egyforma tagokból áll. Az elsőfokú, vagyis lineáris trendhez hasonlóan itt is két állandót kell megkeresnünk, legyenek a és b. Mivel a változás aránya állandó, ezért itt a szorzás és a hatványozás műveletét használjuk:

$$y = a \cdot b^x$$

Az logaritmusos összefüggésre igaz, hogy ha a minták elemeit egymás függvényében ábrázoljuk, akkor derékszögű, egyenletes beosztású koordináta-rendszerben a függvény képe egyre gyorsabban emelkedő, vagy süllyedő görbe, illetve az értékek metszései ilyen görbe mentén látszanak rendeződni. Logaritmusos beosztású derékszögű koordináta-rendszerben azonban az exponenciális összefüggés képe egyenes. Ha tehát adatainkat egyenletes beosztású, derékszögű koordináta-rendszerben ábrázolva ilyen jellegű, görbe menti eloszlást tapasztalunk, érdemes lehet a hatványkitevős összefüggés vizsgálatát elvégezni.

Az $y = a \cdot b^x$ összefüggés lineáris alakban is megadható, hiszen a hatványozás és a szorzás művelete logaritmusos (mint ismeretes, a logaritmus művelete az mutatja meg, hogy hanyadik hatványra kell emelnünk a logaritmus alapját ahhoz, hogy megkapjuk a logaritmus kitevőjét, vagyis $\log_2 8 = 3$, hiszen $2^3 = 8$) formában is megadható:

$$\log y = \log a + x \log b$$

Ez a forma már teljesen azonos a lineáris regresszióval tárgyalttal. Ha most a jelöléseket megváltoztatjuk, rögtön ismerősebb lesz a kép:

$$\log y = Y$$

$$\log b = B$$

$$\log a = A$$

Ekkor már így írhatjuk fel az összefüggést.

$$Y = A + Bx$$

Vagyis az eredeti változók helyett azok logaritmusait véve számoltunk. Átalakítva az elsőfokú összefüggés esetében már megismert kétismeretlenes egyenletrendszer logaritmusosra, az alábbi egyenletrendszerre kapjuk:

$$\sum \log y = n \log a + \sum i \log b$$

$$\sum i \log y = \sum i \log a + \sum i^2 \log b$$

y -- A függő változó aktuális értéke, i -- a minta i-edik sorszámú eleme, a -- az egyenes egyik paramétere, b -- az egyenes másik paramétere n -- a minta elemszáma.

Példán keresztül jobban érthetővé válnak a fentiek. Ismét a csecsmőhalandóság adatait tartalmazó táblázat adatait használjuk fel, akárcsak a lineáris összefüggés megismerésekor, most azonban az exponenciális összefüggés lehetőségét vizsgáljuk meg. A 6. táblázatot tanulmányozva jól látható, hogyan kell az egyenletrendszerben megadott értékeket meghatározni, hogy behelyettesíthessük az egyenletrendszerbe.

Jelen esetben, mivel az összefüggést hatványkitevősnek tételezzük fel, a táblázat adataiból a logaritmusos értékeket fogjuk felhasználni. Behelyettesítve ezeket az egyenletrendszerbe az alábbiakat kapjuk:

$$14,26 = 8 \log a + 36 \log b$$

$$57,31 = 36 \log a + 204 \log b$$

Az egyenletrendszer megoldva megkapjuk $\log a$ és $\log b$ értékeit, ebből pedig meghatározható a és b.

$$\log a = 2,5175; \log b = -0,1633$$

Behelyettesítve ezen együtthatókat: $\log y = 2,51750 + 1633x$

Ellenőrizzük az eredményt, összehasonlítva a 6. táblázat adataival, illetve ábrázoljuk a megoldást grafikusán (12. ábra)! Látható, hogy a valóságos adatokhoz igen közel helyezkednek el az imént kiszámított adatok, az egyezés nagyfokú (9.20. ábra).

Év	Halandóság	Év	Halandóság
1920	226,0	1960	50,2
1930	155,2	1970	34,5
1940	106,5	1980	23,7
1950	73,1	1990	16,3

Ne feledjük, hogy a logaritmikus formában megadott egyenletrendszer megoldásaként $\log a$ és $\log b$ értéket kaptunk meg és ezzel számoltuk ki a trend értékeit. Természetesen ezekből az értékekből meghatározható a és b értéke is, hogy az elsőként bemutatott, vagyis a hatványkitevős egyenletbe helyettesíthessük be az adatainkat. E szerint:

$$\log a = 2,5157; a = 329,23, \$$$

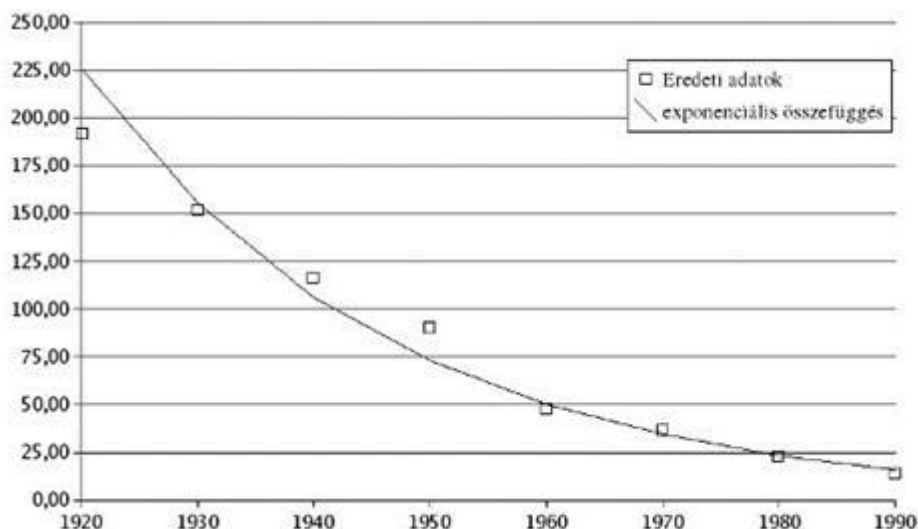
$$\log b = 0,1633; b = 0,6865, \$$$

$$y = 329,23 \times 0,6865^x$$

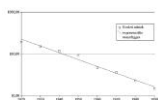
Ezzel az egyenlettel számolva ugyanazokat az eredményeket kapjuk, mint a logaritmikus formula felhasználásával. A lineáris jellegű összefüggés esetében azt láttuk, hogy az egyenlet megoldásként kapott egyenes sokkal közelebb helyezkedett el a minta elemeihez, mint a logaritmikus görbe, mégis arra juthatunk, hogy pontosabb ez utóbbi közelítés, mert a jelenség valóságos természetéhez közelebb áll, így a jelenség változását hüebben írja le. Míg a lineáris összefüggés negatív értéket is eredményezhetett, itt erre nincs lehetőség (ahogy a halandóság esetében sem), másrészt a változás abszolút nagysága -- akárcsak a valóságban -- itt sem egyenlő minden egymás után következő szakaszban. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy az exponenciális összefüggést leíró egyenlet jobb módszer, mint a lineáris, csupán azt, hogy ebben az esetben jobban közelíti a valós adatok változásait.

Grafikusan ábrázolva az exponenciális összefüggés adatait, a 9.21. ábrát kapjuk. Ha szemilogaritmikus koordináta-rendszerben ábrázoljuk ugyanezt, akkor a 9.22. ábrához jutunk.

9.20. ábra - Csecsemőhalandóság adatai és meghatározott exponenciális trendje Magyarországon, 1920-1990 között (ezrelék)



9.21. ábra - Csecsemőhalandóság adatai és meghatározott exponenciális trendje Magyarországon, 1920--1990 között (ezrelék), szemilogaritmikus koordináta-rendszerben ábrázolva



Összefoglalva elmondhatjuk tehát, hogy a csecsemőhalandóság 1920 és 1990 közötti dinamikus csökkenése jól közelíthető logaritmikus összefüggés feltételezésével, mégpedig az $y = 329,23 \times 0,6865^x$ függvény alkalmazásával.

6.3.2. 9.6.3.2. Parabolikus összefüggések

Találkozhatunk olyan adatsorral is, amelyet vizsgálva feltűnő, hogy a változás nagysága és aránya is változik, vagyis maga a változás is változik. Ilyenkor érdemes lehet megvizsgálni a **parabolikus** összefüggés lehetőségét. Ekkor -- az előzőekhez hasonlóan --, voltaképpen arra törekszünk, hogy megállapítsuk egy egyenlet együtthatóit. Ez az egyenlet a parabola általános alakja:

$$y = a + bx + x^2 c$$

Ekkor tehát a, b és c együtthatókat kell meghatároznunk. Hogy ezeket megkaphassuk, az alábbi háromismeretlenes egyenletrendszert kell megoldani:

$$\sum y = na + b \sum i + c \sum i^2$$

$$\sum i y = a \sum i + b \sum i^2 + c \sum i^3$$

$$\sum i^2 y = a \sum i^2 + b \sum i^3 + c \sum i^4$$

y -- A függő változó aktuális értéke, i -- a minta i-edik sorszámú eleme, a -- az parabola egyik paramétere, b -- az parabola másik paramétere c -- az parabola harmadik paramétere n -- a minta elemszáma.

Természetesen ekkor is célszerű az adatok feldolgozását táblázatba foglaltan végezni, az eredményeket pedig az egyenletrendszerbe behelyettesíteni, majd az egyenletrendszert megoldani. A példa ismét a csecsemőhalandóság trendjének megállapítása lesz. Ehhez a szükséges adatok összefoglalva a 9.23. ábrában található. Behelyettesítve ezen adatok a háromismeretlenes egyenletrendszerbe:

$$672,8 = 8a + 36b + 204c$$

$$1941,9 = 36a + 204b + 1296c$$

$$7864,1 = 204a + 1296b + 8772c$$

Az egyenletrendszerek megoldásának menetét kihagyva, az eredmények:

$$a = 246,38; b = -53,41; c = 3,06.$$

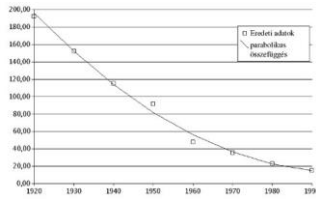
E paraméterek értékeit behelyettesítve amásodfokú parabola egyenletébe: $y = 246,38 - 53,41x + 3,06 \times x^2$

Ellenőrizzük most vissza, az eredeti adatokkal összehasonlítva a kapott eredményeket (9.23. ábra).

Év	Halandóság	Év	Halandóság
1920	196,03	1950	55,87
1930	151,80	1960	36,13
1940	113,70	1970	22,52
1950	81,72	1980	15,04

Láthatjuk, hogy az egyezés igen nagy fokú, lényegesen jobb, mint a lineáris, vagy az exponenciális közelítéssel meghatározott eredmények esetében. Jól tanulmányozható ez a 9.24. ábrán. Ismét fel kell azonban hívni a figyelmet: ez nem azt jelenti, hogy a másodfokú parabolával való közelítés jobb, mint a lineáris, vagy az exponenciális. Csupán arról van szó, hogy ebben a konkrét esetben jobban illeszkednek az eredményei a vizsgált jelenséghez, mint a másik két módszerrel kapottak. Szemléletesen támasztja ezt alá a 9.25. ábra és az ebből szerkesztett 9.27. ábra.

9.22. ábra - Csecsemőhalandóság adatai Magyarországon 1920-1990 között (ezrelék) és az erre illesztett parabolikus trend grafikonja



9.23. ábra - A csecsemőhalandóság adatai Magyarországon 1920-tól 1990-ig, valamint az ezekre illesztett lineáris trend, exponenciális trend és parabolikus trend eredményei

Év	Eredeti adat	Lineáris	Exponenciális	Parabolikus
1920	192,5	174,75	226,03	196,03
1930	152,2	148,725	155,18	151,8
1940	115,6	122,875	106,54	113,7
1950	91	97,025	73,142	81,72
1960	67,6	71,175	50,22	55,87
1970	35,9	45,325	34,47	36,13
1980	23,2	19,475	23,67	22,52
1990	14,8	-6,775	16,25	15,04

Lehetőség van arra is, hogy ne csupán „saccolás” alapján válasszuk ki az eredeti adatsorhoz legjobban illeszkedő megoldást, hanem pontosan meghatározva az illeszkedést. Ez legegyszerűbben úgy történhet, hogy képezzük az eredeti adatok és az egyes módszerek segítségével meghatározott értékek különbségének a négyzetét. Amelyik esetben az eltérés-négyzetek összege a legkisebb, értelemszerűen az a trend illeszkedik legjobban az eredeti adatsorra. Ezt az eljárást nevezzük a legkisebb négyzetes eltérésnek, eredményét pedig a 9.26. ábra szemlélteti. Ebből láthatjuk, hogy a parabolikus trend közelíti meg legjobban az eredeti adatokat, egy egész nagyságrenddel kisebb az eltérés-négyzetek összege, mint a másik két esetben.

9.24. ábra - A csecsemőhalandóság adataira illesztett lineáris trend, exponenciális trend és parabolikus trend eltérései az eredeti adatoktól

Év	y-lin	y-exp	y-par	(y-lin) ²	(y-exp) ²	(y-par) ²
1920	17925	-33,53	-3,53	321,30	1124,26	12,46
1930	3,47	-2,98	0,40	12,08	8,88	0,16
1940	-7,28	9,06	1,90	52,93	82,08	3,61
1950	-6,03	17,86	9,28	36,30	318,91	86,12
1960	-23,58	-2,62	-8,27	555,78	6,86	68,39
1970	-9,43	1,43	-0,23	88,83	2,04	0,05
1980	3,73	-0,47	0,68	13,88	0,22	0,46
1990	21,18	-1,45	-0,24	448,38	2,10	0,06
Össz.				1529,48	1545,37	171,32

y-lin -- Az eredeti adatok és a lineáris trend adatainak különbsége

y-exp -- Az eredeti adatok és az exponenciális trend adatainak különbsége

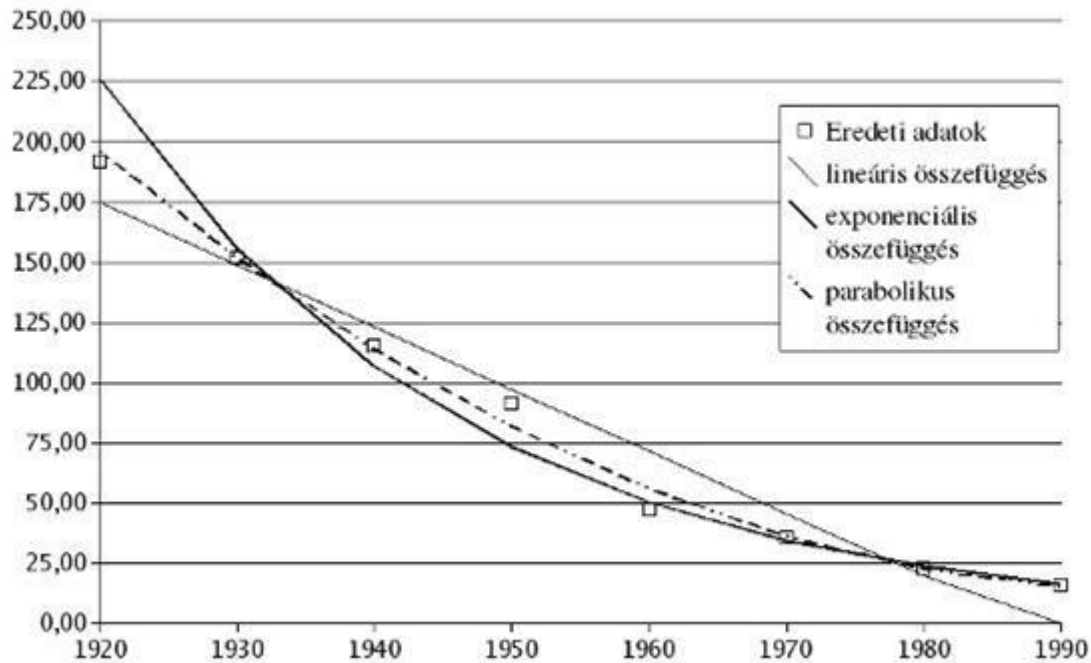
y-par -- Az eredeti adatok és a parabolikus trend adatainak különbsége

(y-lin)² -- Az eredeti adatok és a lineáris trend adatai különbségének négyzete

(y-exp)² -- Az eredeti adatok és az exponenciális trend adatai különbségének négyzete

(y-par)² -- Az eredeti adatok és a parabolikus trend adatai különbségének négyzete

9.25. ábra - Csecsemőhalandóság adatai Magyarországon 1920–1990 között (ezrelék) és az erre illesztett lineáris-, exponenciális-, valamint parabolikus trend grafikonja



6.4. 9.6.4. Periodikus hullámzások vizsgálata, véletlen és ciklikus változások

A periodikus összetevő észrevétele általában egyszerű: a minta elemei valamilyen szabályos, vagy a szabályoshoz közel álló ritmussal ingadoznak a minta változását reprezentáló trend körül. Az ingadozás csak ideális esetben szabályos, hiszen a véletlen hatások a periodikus összetevőkre is rárakódnak, torzítják azokat. Más esetekben valamilyen periodicitás megléte eleve feltételezhető, mert tapasztalat szerint a jelenség természete maga periodikus. Így például a több esztendő átfogó havi adatsorok vizsgálatakor mindenképpen élhetünk azzal a feltételezéssel, hogy havi, vagy évszakos ingadozás is alakítja a minta futását, az esetlegesen meglévő tendencia és a véletlen hatások mellett.

A periodikusan megjelenő, a trendre rakódó hatás lehet additív, vagy multiplikatív tulajdonságú. Az additív hatás azt jelenti, hogy a periodikus összetevő a trendre rakódva annak aktuális értékét valamekkora állandó abszolútértékkel csökkenti, vagy növeli, más szóval a trend aktuális értékéhez hozzáadódik, negatív vagy pozitív előjellel. A multiplikatív hatás hasonlóan jelenik meg, de nem hozzáadódik az aktuális trendértékhez, hanem azt valahányszorosára növeli, vagyis megszorozza. Ez történhet 1-nél nagyobb számmal, illetve 1-nél kisebb számmal is, és természetesen 1-gyel. A periodikus összetevő meghatározásakor az alábbi gondolatmenetet követhetjük. Ha nem lenne periodikus hullámzás, sem véletlen összetevő, akkor csupán a sokaságra jellemző trend érvényesülne. Ez jelentheti azt, hogy a sokaság várható értéke folyamatosan változik (ennek meghatározásáról fentebb lehet bővebben olvasni), de jelentheti azt is, hogy a trendhatás nulla, vagyis a minta várható értéke mindig ugyanannyi. Mivel periodikus összetevőt keresünk, arra számítunk, hogy a sokaságot egyenlő részekre osztva, egymástól mindig ugyanakkora távolságokban találunk kiemelkedően nagy, illetve feltűnően alacsony értékeket. Ezek a magasabb, illetve alacsonyabb értékek a sokaság középértékéhez képest számítanak nagyoknak, vagy alacsonynak. Újabb észrevétel lehet, hogy az egymást követő hullámhegyek, illetve hullámvölgyek nem pontosan ugyanakkora értékűek, kisebb-nagyobb eltérést mutatnak egymáshoz képest is. Ezeket a kicsiny eltéréseket betudhatjuk a véletlen jelenségek hatásának is, ezeket tehát ki kell szűrünk. Erre a legjobb megoldás az azonos fázisban levő elemek átlagolása, azután pedig a megfelelő átlaggal való helyettesítésük. Ha ezeket az átlagértékeket összehasonlítjuk a sokaságra jellemző trend alapján az adott helyre megállapított várható értékkel, megtudjuk, hogy az adott fázis mennyivel változtatja meg e várható értéket. Ez pedig nem más, mint maga periodikus hullámzás adott helyen jelentkező hatása.

Ez az előbb említett összehasonlítás két módon történhet: ha a periodikus összetevő additív hatását tételezzük fel, akkor az adatok és a várható érték különbségét kell képeznünk. Ha azonban multiplikatív hatást tételezzük fel, akkor az adatok és a várható érték hányadosát kell kiszámolni. Ha meg szeretnénk tudni egy adott időpontra a sokaságra jellemző, periodikus hullámzást mutató jelenség aktuális értékét, akkor nincs más dolgunk, mint az átlagolással az adott helyre meghatározott várható értékhez hozzáadjuk az adott időszakhoz tartozó periodikus összetevőt, ha additív összefüggésről van szó; multiplikatív összefüggés esetében az átlagolással az adott helyre

meghatározott várható értéket megszorozzuk az adott időszakhoz tartozó periodikus összetevővel. Egy példa segít megvilágosítani az eddigieket.

A 9.28. ábra tartalmazza a munkanélküliek arányának a pécsi munkaügyi központhoz tartozó területen és a sellyei munkaügyi központhoz tartozó területen tapasztalt alakulását, 1993-tól 1996-ig, havi bontásban. Ismert, hogy a munkanélküliség egy adott helyen is ingadozik az éven belül. Nyáron általában alacsonyabb, sok az időnyomunka, télen ugyanakkor magasabb szokott lenni (Ennél természetesen bonyolultabb a változása, sokkal több ok alakítja a munkanélküliség alakulását de a példa megértéséhez ennyi is elegendő). Határozzuk meg, hogy mekkora az ingadozás, az éven belül mikor és mekkora mértékben jelentkezik. A pécsi központhoz tartozó területen, vagy a sellyei központhoz tartozó területen nagyobb-e a munkanélküliek arányának szezonális hullámzása?

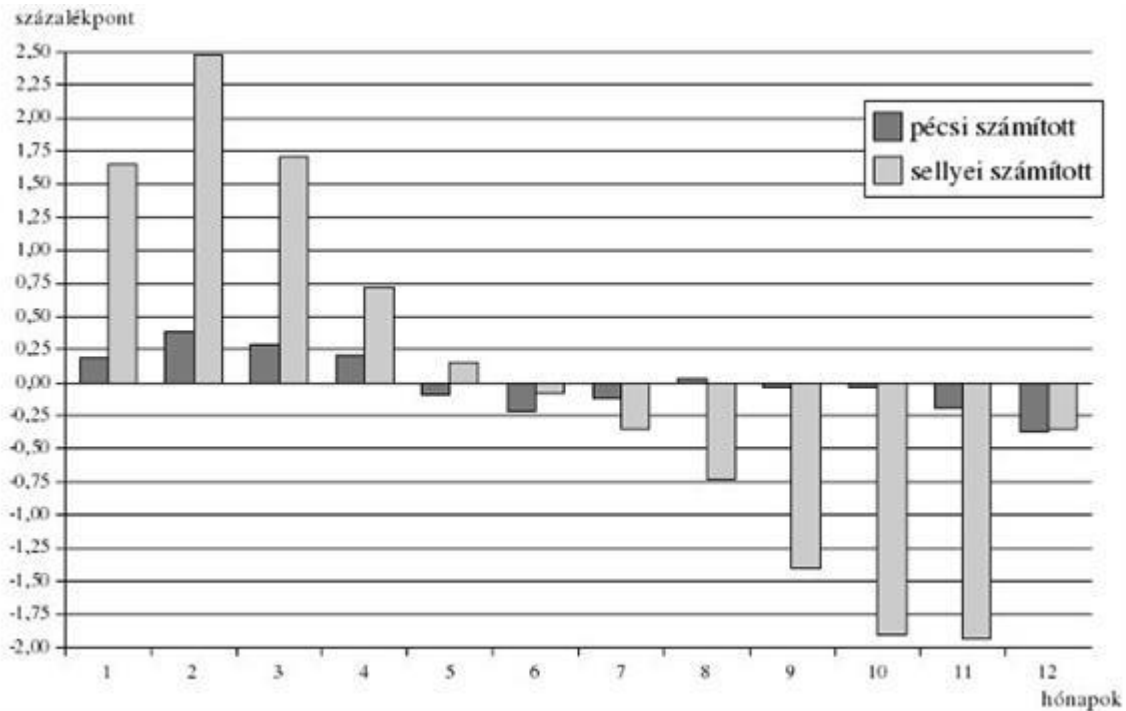
9.26. ábra - Példa a periodikus hullámmérés meghatározására: a pécsi és a sellyei munkaügyi központhoz tartozó területeken a munkanélküliség alakulása 1993-tól 1996-ig, havi bontásban. (forrás: Baranya Megyei Munkaügyi Központ Évkönyve 1996)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1993	1	8,5	25,7	0,51	4,35	0,19	1,65	8,18	23
	2	8,6	25,7	0,61	4,35	0,39	2,40	8,38	23,83
	3	8,6	24,2	0,61	2,85	0,29	1,7	8,28	23,05
	4	8,6	23	0,61	1,65	0,21	0,72	8,2	22,07
	5	8,4	23,1	0,41	1,75	-0,09	0,15	7,9	21,5
	6	8,2	22,7	0,21	1,35	-0,22	-0,08	7,77	21,27
	7	8,4	22,2	0,41	0,85	-0,12	-0,35	7,87	21
	8	8,7	22,1	0,71	0,75	0,03	-0,75	8,02	20,62
	9	8,3	20,8	0,31	-0,05	-0,04	-1,4	7,95	19,95
	10	8,3	19,9	0,31	-1,45	-0,04	-1,9	7,95	19,45
	11	8,1	19	0,11	-2,35	-0,19	-1,93	7,8	19,42
	12	8,1	20,6	0,11	-0,75	-0,37	-0,35	7,62	21
1994	1	8,5	21,5	0,51	0,15	0	0	8,18	23
	2	8,5	21,9	0,51	0,55			8,38	23,83
	3	8,3	20,8	0,31	-0,35			8,28	23,05
	4	8,2	20,3	0,21	-1,05			8,2	22,07
	5	8	20	0,01	-1,35			7,9	21,5
	6	7,7	19,6	-0,29	-1,75			7,77	21,27
	7	7,5	19,6	-0,49	-1,75			7,87	21
	8	7,6	19,2	-0,39	-2,15			8,02	20,62
	9	7,7	19,3	-0,29	-1,85			7,95	19,95
	10	7,7	18,7	-0,29	-2,85			7,95	19,45
	11	7,5	18,3	-0,49	-3,05			7,8	19,42
	12	7,2	19,6	-0,79	-1,75			7,62	21
1995	1	8	22,8	0,01	1,45			8,18	23
	2	8,2	23,7	0,21	2,35			8,38	23,83
	3	7,9	22,6	-0,09	1,25			8,28	23,05
	4	7,9	22	-0,09	0,65			8,2	22,07
	5	7,3	22,1	-0,69	0,85			7,9	21,5
	6	7	22,5	-0,99	1,15			7,77	21,27
	7	7,3	21,8	-0,69	0,45			7,87	21
	8	7,4	20,4	-0,59	-0,95			8,02	20,62
	9	7,1	17,8	-0,89	-3,55			7,95	19,95
	10	7,3	16,8	-0,69	-4,55			7,85	19,45
	11	7,2	17,5	-0,79	-3,85			7,8	19,42
	12	7,1	20,1	-0,89	-1,25			7,62	21
1996	1	7,7	22	-0,29	0,65			7,99	21,35
	2	8,2	24	0,21	2,65			8,38	23,83
	3	8,3	24,6	0,31	3,25			8,28	23,05
	4	8,1	23	0,11	1,65			8,2	22,07
	5	7,9	20,6	-0,90	-0,75			7,9	21,5
	6	8,2	20,3	0,21	-1,05			7,77	21,27
	7	8,3	20,4	0,31	-0,95			7,87	21
	8	8,4	20,8	0,41	-0,55			8,02	20,62
	9	8,7	21,7	0,71	0,35			7,95	19,95
	10	8,5	22,4	0,51	1,05			7,85	19,45
	11	8,4	22,9	0,41	1,55			7,8	19,42
	12	8,1	23,7	0,11	2,35			7,62	21
átlag		7,99	21,35					7,99	21,31

A – Év; B – Hónap; C – Munkanélküliség a pécsi központtal tartozó területen az adott hónapban (%);
D – Munkanélküliség a sellyei központtal tartozó területen az adott hónapban (%); E – $\bar{X}_1$; F – $\bar{X}_2$;
G – $(\bar{X}_1 + \bar{X}_2) / 2$; H – $(\bar{X}_1 + \bar{X}_2) / 2$; I – $(\bar{X}_1 + \bar{X}_2) / 2$; J – $(\bar{X}_1 + \bar{X}_2) / 2$;
K – A megállapított periodikus összetevő alapján számított értékek a pécsi központtal tartozó területen
L – A megállapított periodikus összetevő alapján számított értékek a sellyei központtal tartozó területen

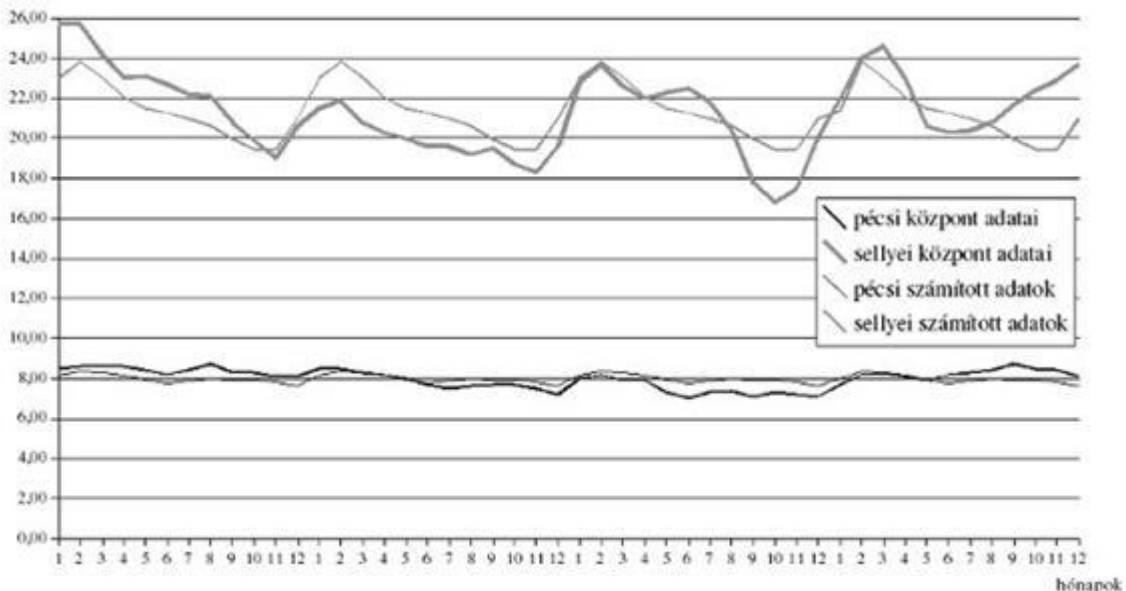
A periodikus összetevők meghatározásakor abból indultunk ki, hogy sem a pécsi, sem a sellyei adatok nem mutatnak jelentős trendhatást, így számolhatunk a négy év átlagával. Azt is feltételeztük továbbá, hogy a trendhatás additív jellegű, azaz egyszerűen hozzáadódik a négyéves átlaghoz. A 9.28. ábra G és H oszlopa tartalmazza a tulajdonképpeni periodikus összetevőt is, kiemelve az adatfolyamból. Látható, hogy ez a komponens itt úgy jelenik meg, hogy az év első felében hozzáadódik az évek átlagához, majd az év második felében kivonódik belőle. Az ellenőrzés kedvéért az I és a J oszlopok Pécsre és Sellyére is tartalmazzák az általunk meghatározott szezonális összetevő és éves átlag alapján kiszámolt havi értékeket. Ezek eltérése a valóságos adatoktól különösen Pécs esetében igen csekély, de a Sellyén tapasztalható tendenciákat is elég jól közelíti. A 9.29. ábrán láthatjuk a periodikus összetevők alakulását az év során a havi adatokra. A 9.30. ábra mutatja a pécsi és a sellyei központ valóságos adatait, összehasonlítva az általunk meghatározott periodikus hullámmérésből számolt várható értékekkel.

9.27. ábra - A 9.28. ábra G és H oszlopa adatainak grafikus ábrázolása (bővebben lásd a szövegben)



Jól látható, hogy a pécsi központ területén tapasztalt munkanélküliség periodikus hullámzásának leírása igen jól sikerült, a tapasztalt eltérések elhanyagolhatóak. A sellyei központra vonatkozóan már nem ilyen pontos az eredmény, mindazonáltal a legjellemzőbb csúcsokat és minimumokat itt is sikerült reprodukálnunk. Valószínűnek látszik, hogy kisebb periódust feltételezve (például fél éveset), jobb eredményt érhetnénk el. Arra is utal ez az eltérés, hogy a sellyei központ területén a periodikus hullámzás képének megjelenésében a véletlen hatások szerepe nagyobb, mint a pécsi központ esetében.

9.28. ábra - A 9.28. ábra C, D, I és J oszlopa adatainak grafikus ábrázolása (bővebben lásd a szövegben)



7. Tesztfeladatok

1. Mely paraméterek határozzák meg a mintára illesztet normál eloszlást?

a) A minta számtani- és mértani középértéke.

- b) A minta szórása és módusza.
- c) A minta mediánja és átlagos abszolút eltérése.
- d) A minta számtani középértéke és a minta szórása.

2. Korlátozott pontosságú adatok kivonásakor mi kell tennünk az adatok ismert hibájával?

- a) Az egyes adatok hibakorlátjait is össze kell adnunk.
- b) A hibákat egymással össze kell szoroznunk.
- c) Nincs semmi tennivaló.
- d) az első adat hibáját kell figyelembe venni

3. A nem véletlen alapú mintavételezések közül a szisztematikus kiválasztás alkalmazásakor milyen sajátos hiba elkerülésére kell gondot fordítanunk?

- a) Arra, hogy ne csak minden második elem kerüljön a mintába.
- b) Arra, hogy mindig az alapsokaság első elemével kezdődés a kiválasztás.
- c) A mintában előforduló periodikus ismétlődésekből származó torzítások elkerülésére.
- d) Arra, hogy az alapsokaság első és utolsó eleme nem kerülhet a mintába.

4. Ha a -3°C -os jeget 1,5-szeresére melegítjük, hány fokos lesz? Milyen skálán kell ezt a műveletet elvégezni, hogy helyes eredményt kapjunk?

- a) -6°C , és arányskálán kell mérnünk.
- b) $+6^{\circ}\text{C}$ -os és ordinális skálán kell mérnünk
- c) 132°C és ordinális skálán kell mérnünk.
- d) 132°C és arányskálán kell mérnünk.

5. Tíz talajmintánk van. Három talajminta nedvességtartalma 20%, kettőé 10%, négyé 16%, egy pedig pedig 7% nedvességtartalmú. Hogyan határozzuk meg az átlagos nedvességtartalmukat?

- a) Súlyozással.
- b) Egyszerű számtani középértékkel.
- c) A három minta korrelációjával.
- d) Lineáris regresszióval, a regressziós egyenes megadásával.

6. Mit mutat meg a relatív szórás?

- a) Azt, hogy a szórás a minta számtani négyzetes középértékének hány százaléka.
- b) Azt, hogy a szórásból számított regressziós egyenes hol metszi a mintát.
- c) Azt, hogy a minta számtani középértéke nagyobb-e mint a mértani középértéke.
- d) Azt, hogy a szórás a minta számtani középértékének hány százaléka.

7. Mit mutat meg a korrelációs együttható? Milyen értékeket vehet fel?

- a) A minta szórásának és a minta átlagos abszolút eltéréseinek az egymáshoz való viszonyát. -1 és $+1$ közötti szám lehet)

- b) Két minta közötti kapcsolat erősségét mutatja meg. -1 és +1 közötti (racionális)szám lehet.
- c) Azt mutatja meg, hogy két minta szórása közül melyik a nagyobb. Értéke -1 és +1 közötti szám lehet.
- d) Két minta közötti kapcsolat erősségét mutatja meg. -1 és +1 közötti (racionális)szám lehet, kivéve a nullát.

8. Mit jelent két minta közötti lineáris összefüggés?

- a) Azt, hogy az egyik minta értékeinek változása a másik minta értékeit nem növeli.
- b) Azt, hogy az egyik minta értékeinek változása a másik minta értékeit mindig ugyanakkora értékkel változtatja meg, vagyis a változás abszolút nagysága azonos.
- c) Azt, hogy az egyik minta szórása mindig egész számú többszöröse a másik minta szórásának.
- d) Azt, hogy az egyik minta értékeinek változása a másik minta értékeit mindig ugyanakkora értékkel változtatja meg, de a változás abszolút nagysága nem azonos.

9. Milyen jelenségek elemzésére használhatók eredményesen a statisztikai módszerek?

- a) A társadalom és a természet bármilyen jelenségére.
- b) Csak olyan természeti jelenségek vizsgálatára, amelyekről legalább 10 mérési eredmény áll rendelkezésre.
- c) Tömegesen előforduló jelenségek, vagy elegendően nagy elemszámú minták elemzésére. Egyedi jelenségekre nem alkalmazhatók.
- d) Alapvetően olyan egyedi jelenségek elemzésére, amelyekről tudjuk, hogy nem túl gyakran következnek be és ezért kizárólag a statisztikus elemzés vezethet eredményre.

10. A 4, 3, 4, 5, 6, 2, 4 elemekből álló minta szórását melyik formula adja meg helyesen?

- a) $\sigma = 1,19$
- b) $r = x^2 + 1,19$
- c) $r = 4$
- d) $\square = 14$

8. Irodalomjegyzék

Baranya megye statisztikai évkönyve 1996. KSH Baranya Megyei Igazgatósága, Pécs, 1997.

Csóka É. (szerk.) 1996. Baranya Megyei Munkaügyi Központ Évkönyve Baranya Megyei Munkaügyi Központ, Pécs.

Falus, I.; Ollé, J. 2000. Statisztikai módszerek pedagógusok számára. Okker Kiadó.

Jánossy, L. 1965. A valószínűségelmélet alapjai és néhány alkalmazása - különös tekintettel mérési eredmények kiértékelésére. Tankönyvkiadó, Budapest.

Köves, P.; Párniczky, G. 1973. Általános statisztika. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest.

Lovász, Gy. (szerk.) 1977. Baranya megye természeti földrajza. Baranya Megyei Levéltár, Pécs.

Magyarország népessége és gazdasága. 1996. Múlt és jelen. KSH, Budapest.

Oláh, J. (szerk.) 1992. Matematikai zseblexikon. Akadémiai Kiadó, Typo\TeX , Budapest.

Országos Meteorológiai Intézet tiszadobi csapadékmérő állomása csapadéknaplói. (Szikora József mérései)

Péczely, Gy. 1981. Éghajlat. Tankönyvkiadó, Budapest.

Sain, M. 1986. Nincs királyi út! Matematikatörténet. Gondolat, Budapest.

Vargha, A. 2000. Matematikai statisztika pszichológiai, nyelvészeti és biológiai alkalmazásokkal. Pólya Kiadó, Budapest.

A tesztfeladat megoldásai: 1:a; 2:a; 3:c; 4:d; 5:a; 6:d; 7:b; 8:b; 9:c; 10:a.

10. fejezet - Indexek a környezeti informatikában (Kovács F.)

A fejezeten belül a környezeti folyamatok vizsgálatát támogató, az értékelésekhez kulcsparamétereket is adó indexek tárgyalására kerül sor. A komplex értékeléshez a táji, a multispektrális alapokon nyugvó spektrális, valamint a klíma tényezőket összetett módon vizsgáló aszályindexeket tárgyaljuk.

alfogalmak: index, táj, multispektrális, reflektancia, aszály

kulcsfogalmak: táji index, fragmentáció, spektrális index, aszályindex

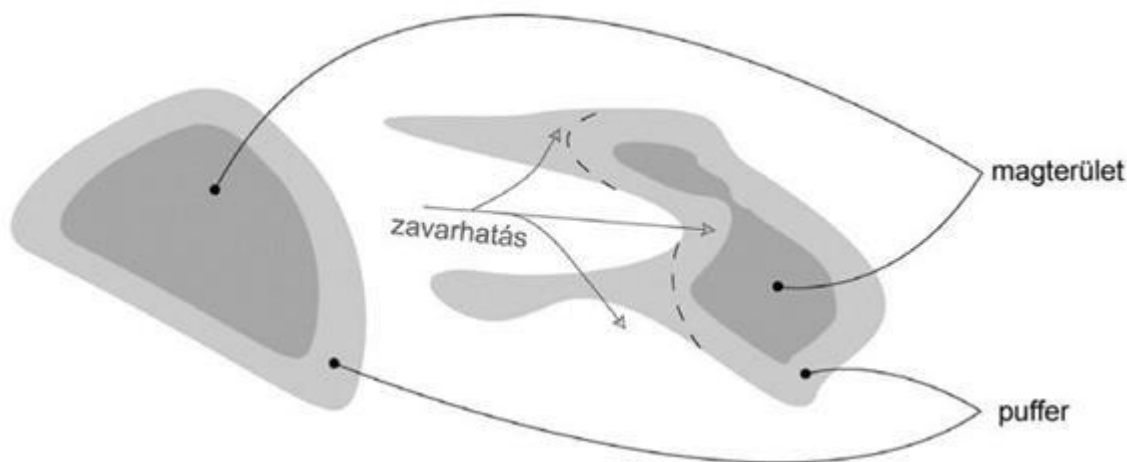
1. 10.1. Táji indexek

A tájszerkezet a környezetminőség alapvető fontosságú eleme. A szerkezetet alkotó egységek magukban is mérhetőek és az általuk alkotott rendszer (mintázat) sajátosságai is számszerűsíthetők. A logikai háttér szerint kapcsolat van a térbeli folyamat és a táji mintázat között. A táj szerkezetének azonosítására, minősítésére és az emberi hatás mértékének megadására a táji metria nagyon alkalmas. A számszerűsíthető adatok azért is hasznosak mivel a térinformatikai, távérzékelési módszerek is ilyen adatokkal tudnak dolgozni és gazdag eszköztárat kínálnak a tájékelésben, -védelemben, -tervezésben (Mezősi; Fejes 2004). A leírás nem feltétlenül hivatkozik az index alkotóira, publikációira, képleteire, de azok az irodalomjegyzékben megadott forrásokban megtalálhatók.

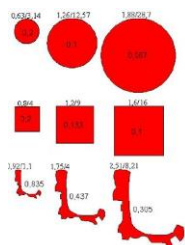
A táj térbeli alkotóelemei a foltok, folyosók és a köztük levő teret kitöltő mátrix. A táji objektumok térképi megjelenésben folt-folyosó-mátrix alakzatokba rendezhetőek. Az indexeket, amelyek leggyakrabban távolságmérésen alapulnak körültekintően kell alkalmazni, figyelemmel a méretarányra, a releváns (tájökológiai) méretre és kapcsolatrendszerre. A napjainkig kifejlesztett több száz index közül kiemelhetőek a leggyakrabban használtak, melyek a kiindulópontjai sok más, magasabb szintű indexnek. Mérjük a tájban megjelenő elemek számát, gyakoriságát, valamint meghatározzuk a tájelemek eloszlását, elhelyezkedését, karakterét (Kollányi 2004).

A foltok alakját kifejező indexek legtöbbje a **terület/kerület hányadosból** ($PARA [km^2/km]$) indul ki (**ökogeográfiai stabilitás**) (10.1. és 10.2. ábra és animáció). Stabilitás vizsgálunk, amikor egy referencia alakzathoz viszonyítjuk a folt alakját, és az attól való eltérést számítjuk. Ha egy 2 hektárnyi erdőfoltnak 5 kilométer hosszú kerülete van, az valószínűsíthetően kevésbé sérülékeny élőhely, mintha ugyanazon 2 hektáros erdőfolthoz 8 kilométernyi szegélyhossz tartozik. Egy határozott határvonal a legtöbbször az ember kezének nyomait mutatja, míg a lágyabb, nem egyértelmű foltszél – ökotonnak is nevezünk – organikus eredetre utal. Egy művelés alól kivont szőlőparcella szabályos alakja antropogén eredetű, de a szélein betörő erdőfolt növényzete ellágyítja az éleket. Így a foltok alakjának mérésével jelenlegi és múltbéli, vagy éppen várható folyamatról kaphatunk képet. A **szegélyzóna összhossza** ($ED [km/km^2]$) is fontos adat, jól kiegészíti a fenti stabilitási értéket. Az indexek jól használhatók annak ismeretében is, hogy az ökológiai folyamatokat sokszor nem a geometriai mutatókkal leírható adatok, hanem a minőségi körülmények befolyásolják (Csorba 2006).

10.1. ábra - Azonos területű, de eltérő komplexitású foltok stabilitása (Mezősi; Fejes 2004)



10.2. ábra - Különböző folttypusok kerület/terület arányai (km/ha) (Szabó 2009) + ANIMÁCIÓ



Az animáció a linkra kattintva indul el. - Ökogeográfiai stabilitás számítása, megjelenítése ArcGIS programmal.

A táj kompozíciójának, vagy összetételének metrikái, a fragmentáció alapvető tulajdonságairól adnak képet. A számítások kiindulási alapja sokszor a foltok, folttypusok (osztályok) száma, és azok területaránya. Minden társulás, minden populáció egészséges létéhez, hosszútávú stabil fejlődéséhez megfelelő nagyságú térre van szükség. A **foltstűrségi mutató** (PD [darab folt/km²]) egy megadott területnagyság szerint mutatja a területegységben előforduló önálló területhasználat foltok számát. A **legnagyobb folt index** (LPI [%]) jelzi, hogy az adott osztály legnagyobb foltjának területe, hány százaléka a teljes tájegység területének, így a típusonkénti relatív foltméretet határozza meg. Érdekes alaki index a **folt köré húzható legkisebb sugarú kör** (CIRCLE), amelynek növekvő értéke a folt növekvő sérülékenységet jelzi (Szabó 2009).

A foltok, folttypusok variációit, diverzitását illetően a közösségi ökológiában ismert **Shannon féle diverzitás index** gondolatmenetén a **dominanciaindex** a táj összes foltjának függvényében vizsgálja, s fejezi ki, hogy egy bizonyos folttypus mennyire uralkodik a tájban (Mezősi; Fejes 2004, Csorba et al. 2006) (10.3. ábra).

10.3. ábra - Shannon féle tájdiverzitás térkép Magyarországra (Kollányi 2004)



10.1. egyenlet - Táji dominanciaindex

$$D = -\sum_{i=1}^m p_i \ln p_i$$

ahol: p_i az i típusú foltok száma, m a folttypusok száma, $\ln(m)$ a maximális simasági érték m darab típusra (vagyis a foltok m darab osztályban való tökéletes eloszlása).

A térszerkezeti indexek, a foltok, folttypusok egymáshoz, vagy a táj határához viszonyított rendszeréről, eloszlásáról adnak képet. A legközelebbi szomszéd a legkisebb távolságra lévő, azonos típusú foltokat mutatja, ill. a közelségi index (PROX), amely segítségével adott távolságon belül eső, azonos osztályú foltok területének összegét és egymástól való távolságát mérhetjük. A módszer minden környező foltra, mint potenciális forrásra tekint, melyek minőségi jelzője a méretük. Két tájökológiai folt közötti növekvő távolsággal nő a kapcsolathoz szükséges energia mennyisége, csökken a kapcsolatok intenzitása:

10.2. egyenlet - Táji közelségi index

$$prox_{ij} = \frac{a_{ij}}{h_{ij}}$$

ahol a_{ij} : i -j foltok területe i -j folttól való meghatározott távolságban (m); h_{ij} : foltok közötti távolság (m).

Az **összefüggőségi index** az előbbi módszert kiterjeszti az egész tájegységre, vagyis méri az összes folt hatását a tájban, azok területének és a központi folttól való távolságának függvényében, mint egy inverz exponenciális függvény.

A tájelemek kapcsolódásait vizsgálja a **konnektivitási index**, válaszol a kérdésre, hogy a tájstruktúra segíti, vagy akadályozza az ökológiai folyamatokat. A foltok alakí és térbeli elhelyezkedésének tulajdonságait (pl. méret, tájbéli pozíció) is figyelembe veszi, és a felhasználó is hozzáadhat a mérés szempontjából fontos változókat (pl. szélirány). A diszperzió a teljes táj mintázatát, annak összkomplexitását egyszerre vizsgálja. Megmutatja, hogy adott típusú források mennyire vannak csoportosulva, milyen távol vannak egymástól a tájban (Mezősi; Fejes 2004).

Táj szintű az **asszociációs index (szomszédsági valószínűség, PLADJ)**, amely megmutatja hogy adott típusok milyen mértékben, ill. gyakorisággal fordulnak elő egymás mellett, tehát a tájban mennyire valószínű, hogy egy i típusú folt mellett j típusú foltot találunk (pl. egy külvárosban milyen eséllyel vásárolhatunk erdőfolttal határos telket).

10.3. egyenlet - Táji asszociációs index

$$a_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_i}$$

ahol: n_{ij} : szomszédos pixelek összege i és j felszínborítottsági kategória között (kétszeres összegzéssel számítva); n_i : i felszínborítottsági kategória összes pixelének száma.

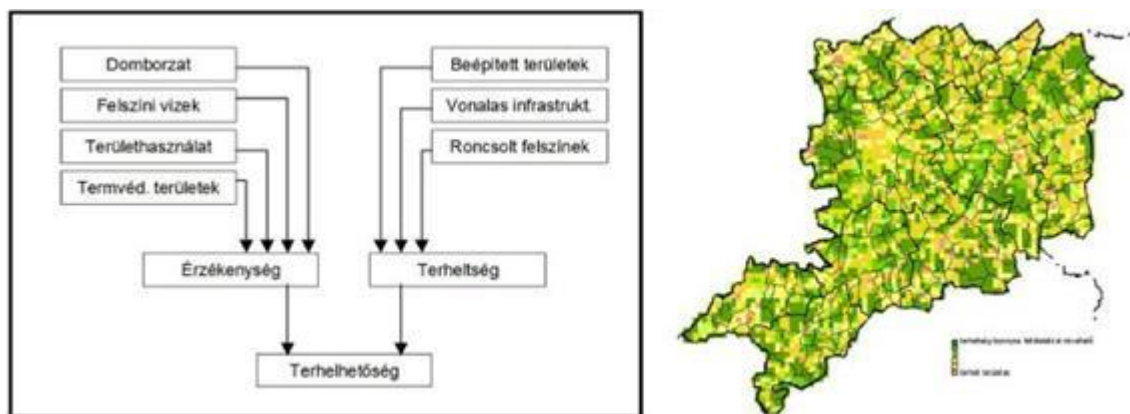
Az **aggregációs index (AI)** összehasonlítja a közös élek számát a lehetséges összes közös él számával. Így 0 (nincs közös él) és 1 (a lehetséges közös élek maximuma) között vehet fel értéket. Ha összegezzük az indexek értékét, és súlyozzuk a folttypus területarányával a teljes területhez képest, megkapjuk a tájegység aggregációjának, diszaggregációjának (tájfelszabdaltság) mértékét, ami változik a térbeli felbontással, de csak tájszinten. Minél nagyobb a táj felszabdaltsága, annál kisebb a koherencia.

10.4. egyenlet - Táji aggregációs index

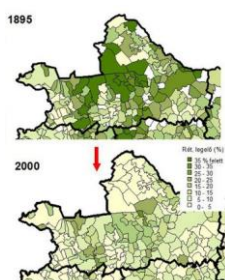
$$g_{ii} = \frac{g_{ii}}{g_{ii}^{max}}$$

ahol g_{ii} : szomszédos megegyező pixelek összege i felszínborítottsági kategória esetében (egyszerű összegzéssel); g_{ii}^{max} : lehetséges maximális megegyező szomszédú pixelek száma.

A tájban a területhasználat (pl. utak) alapvetően módosítja a mozgó élőlények korábbi mozgási lehetőségét. Eluralkodnak a kényszer alakította izolált fragmentumok, amelyek működése eltávolodik a természetes folyamatok paramétereitől. Sokan ma ezt a tájfelszabdaldást, **fragmentációt** tartják a fejlett ipari-szolgáltató országokban a legveszélyesebb természetromboló folyamatnak (10.4 és 10.5. ábra). A felszabdaltságot három tájmetriai adattal lehet is jellemezni: (pl. landscape splitting index, táji felosztottság foka index, hatékony hálósűrűség mérőszám) (Csorba et al. 2006) . A távérzékelési és fotogrammetriai adatok, a CORINE Land Cover térképek alkalmas indikátorok a területhasználati mozaikosságból eredő tagoltság kifejezésére. Országos szinten a Nemzeti Ökológiai Hálózat (NECONET) elkészítése jelenti a mérföldkövet a tájökológiai alapelvek érvényesülésének, melynek tervezésekor hangsúlyt fektettek arra, hogy a védett területek rendszeréből kilépve jelöljék ki azokat a tájjeleket, amelyek biztosítják a természetes és természetközeli élőhelyek kapcsolatrendszerét (Szabó 2009) (10.6. ábra).

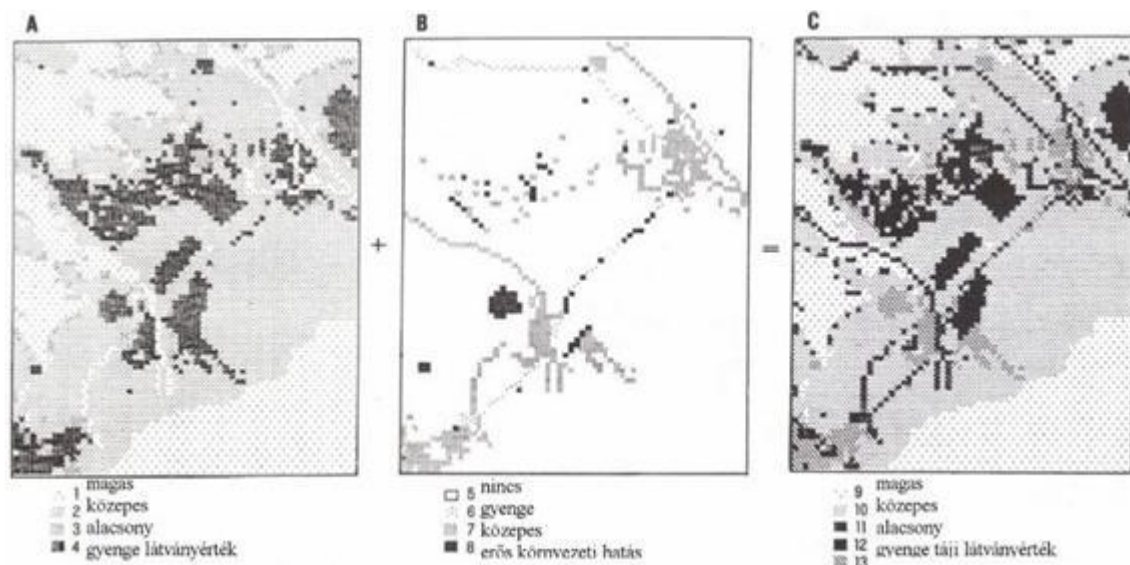


10.8. ábra - Gyepterületek nagyságának változása településként 1895-2000 között (Kollányi 2004)



Sok vitát kiváltó mutatók az **esztétikai mutatók**. Az esztétikai tartalom, hogy kinek mi szép szubjektív. Az eredmények megítélésének szubjektivitása ellenére is a tájképi mutatók egy része jól mérhető (Kollányi 2004) (10.9. ábra).

10.9. ábra - Táj látványterképe (C) és forrásterképei: a felszín vizuális értéke (A) és a környezetre gyakorolt antropogén hatások mértéke (B). („A” forrásterképei a növényborítottság látvány és a növényborítottság nélküli értékes felszíni formák térképek) (Mezősi 1991)



Svájci gyakorlat szerint például a területek változatosságát a pontszerű (fák), a vonalas (fásorok) és a felületszerű (erdőfelületek) tájelemek előfordulásának gyakoriságával mérték. A természetességnek az emberi hatások általi befolyásoltság mentességet értik (10.10. ábra).

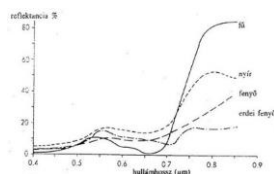
10.10. ábra - A területhasználat típusok beosztása a természetesség szempontjából, svájci gyakorlat szerint (Kollányi 2004)

területhasználat típusok	esztétikai érték
Rendkívül intenzíven használt területek (beépített területek, intenzív mg. területek)	1
Intenzív mg. területek (fák és fűszerek nélkül) (szántók, gyepesek)	2
Magas gyümölcsösök, gyepesek	2.5
Alacsony intenzitású fátlan mg. felületek, területek, vizes területek, alacsony intenzitású gyepes, természetcsodák	3
Extenzíven használt fátlan mg. területek, tavak, szarvasgyepesek	4
Mg. hasznosított nádas területek, szőlő, alacsony fákkal vagy extenzív gyümölcsösök	5
Mg. hasznosított nádas területek, fákkal cserjékkel	6

2. 10.2. Spektrális indexek

A radiometriai mérőszámok, indexek célja, hogy minél pontosabb kvantitatív kapcsolat jöjjön létre a multispektrális távérzékelési értékek és a valóság között. A vegetációs indexek a növényzet klorofilltartalmán és levélszerkezetén alapuló kontrasztos reflektancia-különbségre építenek (10.11. ábra). Az indexek érzékenyen reagálnak a biofizikai változásokra és jelzik a vegetációs dinamikát, a biomassza-terméket, fajösszetételt (terménybecslés). A többi felszíni jelenségtől való elkülönülésnek, illetve a faji különbözőség reflektanciában való megnyilvánulásának köszönhetően sok esetben a növényzetet keresztül foghatók meg legjobban a földrajzi folyamatokban előforduló zavarok, változások (tájdegradáció) (Mucsi 2004, Takács; Tamás 2005).

10.11. ábra - A vegetációról visszaverődő fényt jellemző reflektanciagörbe (Mucsi 2004)



A vegetációs indexek a külső hatások (atmoszféra) modellezésével és a belső hatások normalizálásával (topográfia, talaj) tér- és időbeli kapcsolatokban következetes összehasonlíthatóságot tesznek lehetővé. Többségüknek egyszerűségük mellett a mérhető biofizikai paraméterekkel való összevetés minőségi kontrollt is lehetővé tesz. A vegetációs indexeket több csoportra bonthatjuk: arányszámokra (NDVI), ortogonális indexekre (Tasseled Cap), derivatív indexekre, különbségi indexekre, valamint optimalizált, vagy hibrid indexekre (EVI).

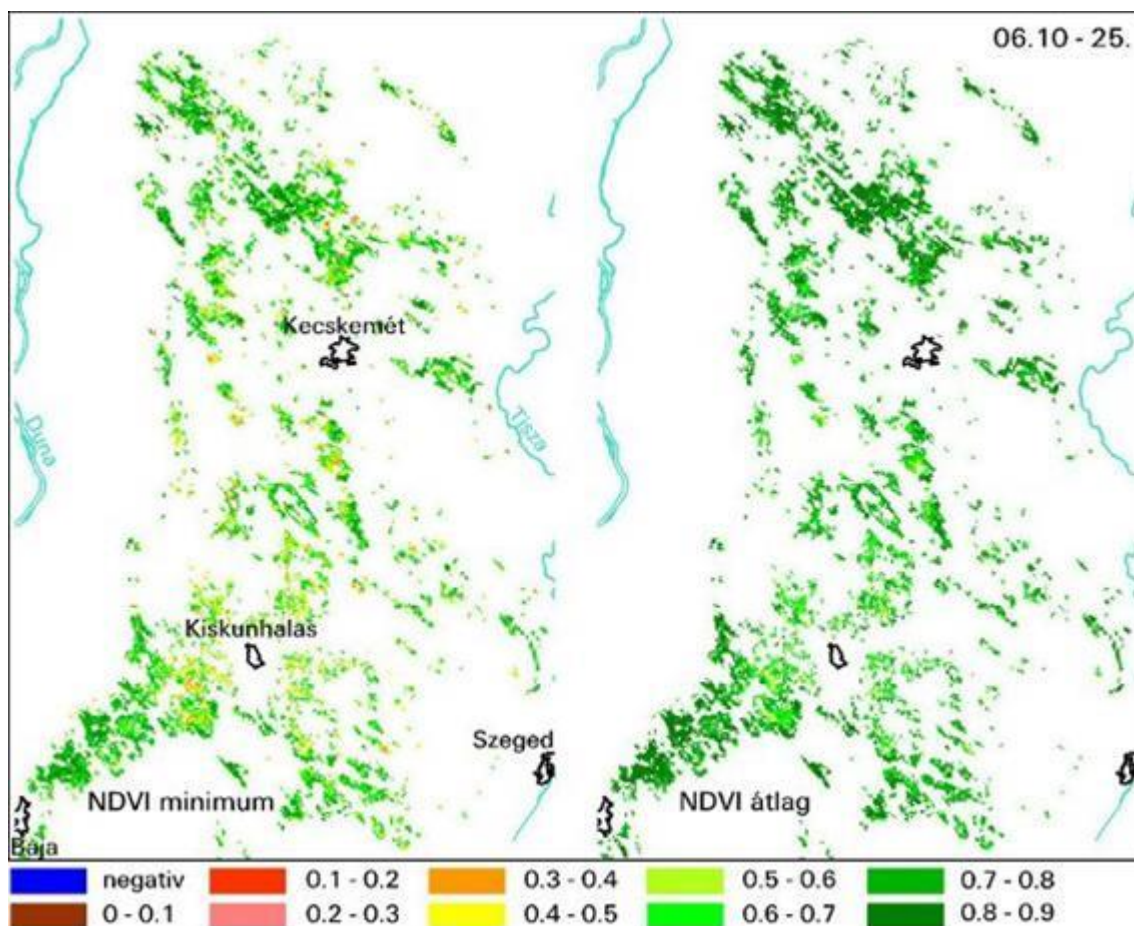
Az 1980-as évek óta tartanak azok a globális és regionális vegetáció monitoring vizsgálatok, melyben szinte kizárólag normalizált vegetációs index-el (NDVI) számolnak. Az NDVI a biomassza termelésének a leggyakrabban használt módszere (10.12. ábra és animáció):

10.5. egyenlet - Normalizált Vegetációs Index (NDVI)

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

ahol: r (red): vörös tartomány, nir (near-infrared): közeli infravörös tartomány.

10.12. ábra - Átlag és szélsőség (aszály) NDVI térbelisége az erdőnövekedés szempontjából fontos időszakban (június) a Duna-Tisza közén 2000–2011 alapján (Kovács 2012 alapján) + ANIMÁCIÓ



Az animáció a linkre kattintva indul. - NDVI számítása és megjelenítése ERDAS programban.

Az NDVI idősorok értékét a műholdas mérésekre jellemző területileg teljes lefedettség képviseli, valamint, hogy számos alkalmazás – **levélfelületi index** (LAI) – alapja és fontos indikátora a növényzet bioemisszivitásának, csapadék-felfogóképességének. Az 1980-as évek óta rendszeresen és széleskörűen használják a földfelszín folyamatainak feltérképezéséhez. Az alkalmazott hullámhossz-tartományok minden érzékelőn elérhetők, igaz az eltérő spektrális felbontás miatt korlátlanul nem hasonlíthatók össze.

Az új, optimalizált indexek – amelyek létrejöttében az új szenzorok is szerepet játszottak – hibridként egyesítik más mérőszámok jellemzőit. A felsoroltak valamennyien az NDVI korrekciós tényezőkkel ellátott változatai. Tartalmazzák a talajfaktort és/vagy a kék sávot az atmoszférikus normalizációhoz.

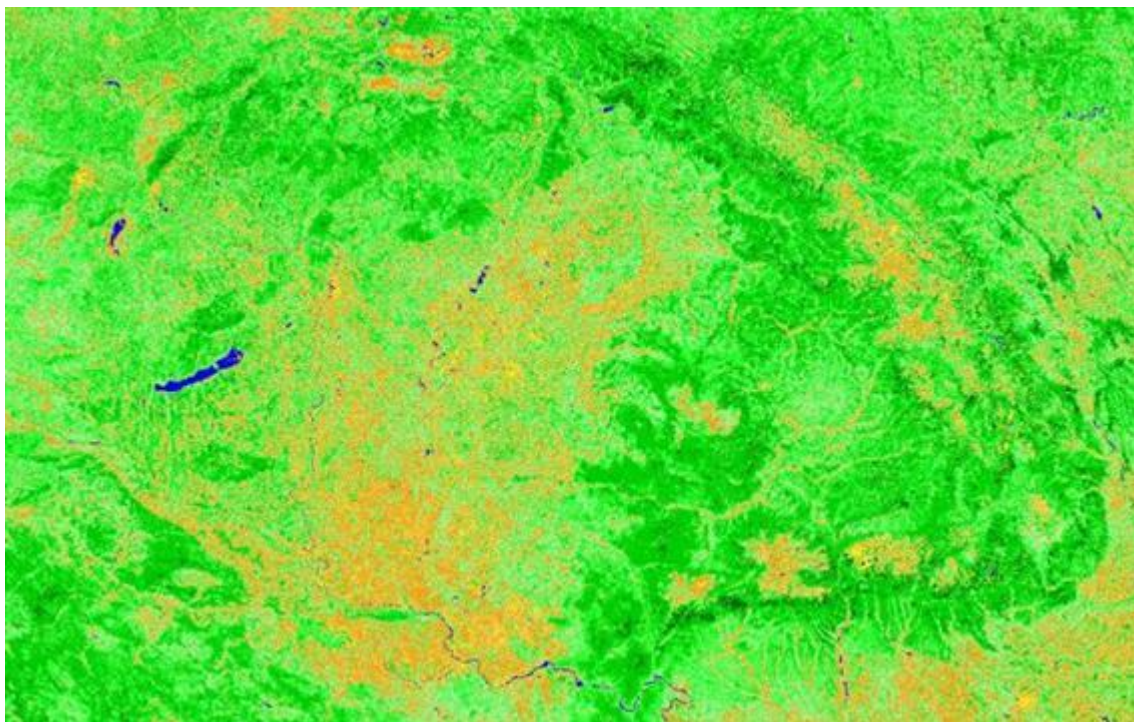
A talaj fedettség korrekciójával és az atmoszférikus rezisztens index együttes használatával létrehozták a MODIS képre kifejlesztett Enhanced Vegetation Index-et (EVI) (10.13. ábra). Redukálja a zavaró hatásokat, illetve a hiperspektrális adatokra alapuló számítás növeli az értékek megbízhatóságát (10.14. ábra):

10.6. egyenlet - Enhanced Vegetation Index (EVI)

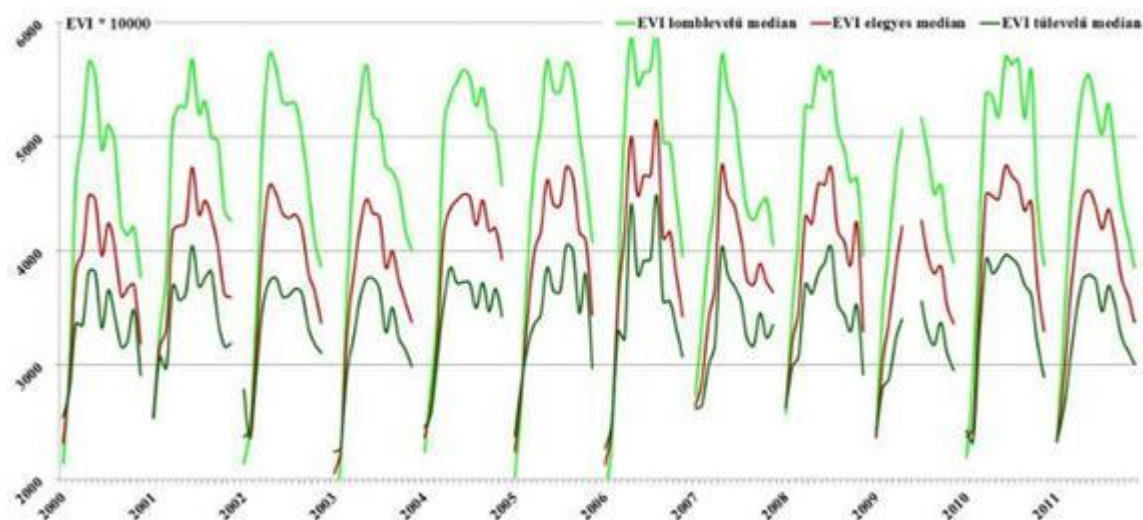
ahol:

p: atmoszférikusan korrigált értékek; b: kék hullámhossz-tartomány; C1, C2, L: atmoszférikus korrekció miatt fontos koefficiensek, értékük 6; 7,5; 1,0.

10.13. ábra - MODIS EVI globális monitoring (Kárpát-medence - 2006 július) (adatforrás: LPDAAC Datapool)



10.14. ábra - EVI medián értékek alakulása 2000–2011 között erdőterületeken (Kovács 2012)



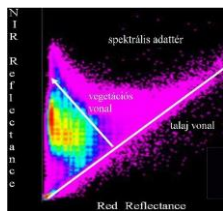
A vegetáció mellett a nedvességi kondíciók megállapítására a speciálisan a LANDSAT TM, ETM+ felvételekre megalkotott Tasseled Cap standard transzformáció alkalmazható (10.15. ábra). A vegetációs kompozitindex kidolgozói három sajátvektort adtak meg, melyek közül az első a talaj fényességét (brightness), az erre merőleges második irány a növényzet mennyiségét (greenness), a harmadik pedig a talaj és a növényzet nedvesség-tartalmát (wetness) írja le. Az index sávjai kompozitként is használhatók (10.16. ábra és animáció). Az egyes sávok értékei különböző súlyyal vesznek részt egy új, több dimenziós kép létrehozásában:

10.7. egyenlet - Tasseled Cap wetness index

$$\text{Wetness index}_{TM} = 0,1446_{TM1} + 0,1761_{TM2} + 0,3322_{TM3} + 0,3396_{TM4} - 0,6210_{TM5} - 0,4186_{TM7}$$

ahol: TM1....7: LANDSAT TM műholdkép sávok pixelértékei.

10.15. ábra - Vörös és közeli infravörös sávok hisztogramja a jellegzetes „pomponos sapka” (tasseled cap) alakot mutatja



10.16. ábra - Tasseled Cap RGB321 kompozitként (zöld árnyalat: vegetáció, vörös árnyalat: magas víztartalom, kék árnyalat: talaj-, vegetációmentes felszín, kék-vörös árnyalat: nedves talaj) + ANIMÁCIÓ



Az animáció az alábbi linkre kattintva indul. - Wetness index számítása, megjelenítése ERDAS programban

3. 10.3. Meteorológiai indexek

A tájértékelés új fejezetét jelöli ki a feltételezés, hogy a földrajzi táj éghajlati adottságaiban rövidebb időtávlatban is változás várható. A változások, mint a melegedés, csapadécsökkenés a táj rendszerére is kihatnak, azontúl mezőgazdasági és vízgazdálkodási következményei is alapvető jelentőségűek. Az aszályjelleg vizsgálatának legegyszerűbb eszközei a különféle indexek (Faragó et al. 1989, Horváth et al. 2001).

Egyszerűsített, **Péczy féle ariditási indexet** találunk Magyarországon Kistájainak Kataszterében. A képlet szerint $(1760 / 2.5C)$, ahol C a csapadék) számolva az 1,00 feletti érték már száraz jellegre utal.

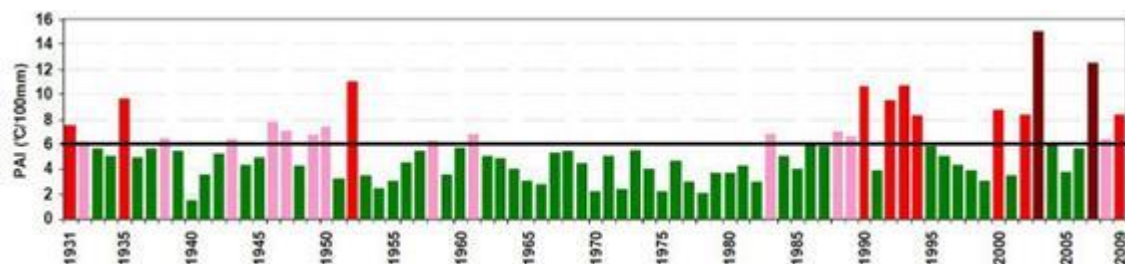
Az egyik legáltalánosabb mutató a gyakorlatban a Pálfi aszályossági index (Pálfi 1989) (10.17. ábra):

10.8. egyenlet - Pálfi aszályossági index

Forrás: Pálfi (1989), módosított

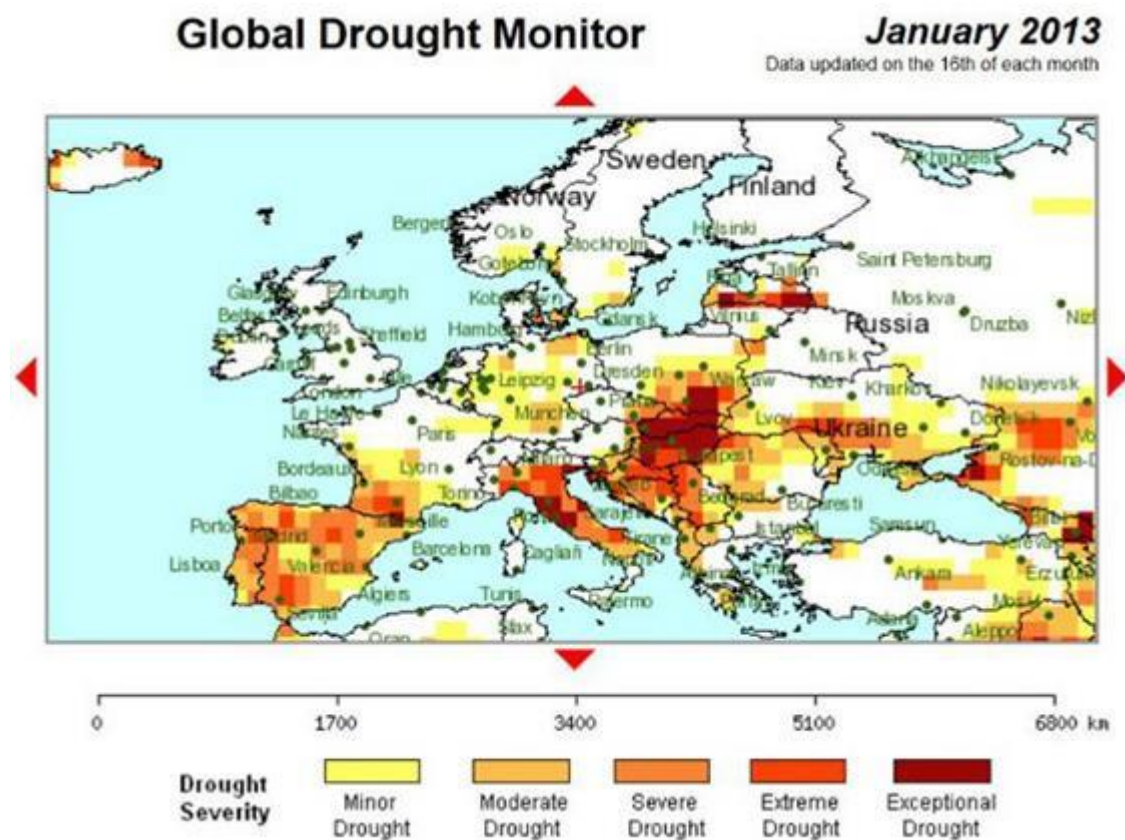
A súlyozott csapadékösszeg a növények időben változó vízigénye szerint számítandó; pl. dec.-apr.: 0,5; jún.: 1,2; júl.: 1,6. Augusztus fontos a vízellátottság szempontjából, ezért célszerű dekádolni (első dekád 1,5, harmadik 0,5).

10.17. ábra - PAI értékek Kiskunhalas meteorológiai állomása alapján (1931-2009) (Ladányi 2010)



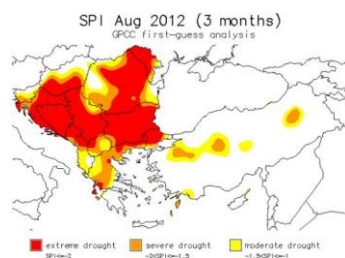
Az aszály árnyaltabb kifejezésére az egyenletet korrekciós tényezőkkel kell bővíteni:

10.19. ábra - 2003 januári, 12 hónapos visszatekintésű PDSI térkép Európáról (forrás: Global Drought Monitor)



Elterjedt és népszerű a **Standardizált Csapadék Index (SPI)**. Számítása csak normál eloszlású csapadékadatsort igényel. Leggyakrabban egy, három, hat, kilenc hónapra számítjuk az indexet. A felhasznált csapadék idősoroknak minimum 30 év hosszúnak kell lenniük. A kalkuláció kezdetén az 1, 3, 6 stb. havi csapadékösszeg-idősor standard normális eloszlássá transzformáljuk. A kapott eloszlás minden egyes pontjához valamilyen valószínűség tartozik, gyakorlatilag ezek a valószínűségek maguk az SPI értékek (Zsákovics et al. 2009, Lakatos et al. 2012) (10.20. ábra). Az aktuálisan lehullott csapadék és az átlagos mennyiség viszonyát írja le.

10.20. ábra - 3 hónapos SPI térkép 2012 augusztusára, Délkelet Európára (forrás: DMCSEE projekt)



4. Tesztfeladatok

1. Mely szavak helyettesíthetők be a mondatba? „A táj minősítésére és a(z) hatás mértékének kiszámítására a táji metria jól használható, a számszerűsíthető adatok alkalmazhatók a térinformatikai és módszereknél.”

a, művelés, klimatikus, szakirodalmi

- b, szerkezetének, emberi, távérzékelési
- c, elemzés, degradációs, GIS
- d, látványának, környezetvédelmi, meteorológiai

2. Mely szavak helyettesíthetők be a mondatba? „A táji objektumok térképi megjelenésben alakzatokba rendezhetők.”

- a, folt-folyosó-mátrix
- b, magterület-ökoton-puffer
- c, terület-kerület-távolság
- d, eloszlás-elhelyezkedés-karakter

3. Melyik nem táji index?

- a, foltsűrűségi mutató
- b, közelségi index
- c, normalizált vegetációs index
- d, Shannon féle diverzitás index
- e, NECONET

4. „Adott távolságon belül eső, azonos osztályú foltok területének összegét és egymástól való távolságát mérhetjük.” Melyik indexről van szó?

- a, aggregációs index
- b, fragmentációs index
- c, közelségi index,
- d, foltsűrűségi mutató

5. Melyik mondat igaz a fragmentációra?

- a, A CORINE Land Cover térkép alkalmas indikátor a területhasználati mozaikosságból eredő tagoltság kifejezésére.
- b, Sokan ezt a tájfelszabdalódást tartják a legveszélyesebb természetromboló folyamatnak.
- c, Értékelésénél csak a vonalas objektumokkal kell számolnunk.
- d, Számításához idősoros adatokra van szükségünk.

6. A radiometriai mérőszámok területhasználati térképek alapján számíthatók, amelyek a növényzetre jellemző reflektancia különbségre építenek?

- a, a mondat igaz
- b, a mondat hamis
- c, a mondat első fele igaz

7. Melyik index(ek) számításához elengedhetetlen egy multispektrális műholdkép?

- a, EVI

b, Tasseled Cap

c, Pálfa aszályossági index

d, folttsűrűségi mutató

8. Hogyan csoportosítaná a megadott indexeket? PAI, EVI, SPI, PROX, NDVI, tasseled cap, terület/kerület hányados

a, PAI, SPI – EVI, NDVI, tasseled cap – PROX, terület/kerület hányados

b, EVI, SPI, PAI – tasseled cap, terület/kerület hányados – NDVI, PROX

c, terület/kerület hányados, SPI – PAI, NDVI – PROX, tasseled cap, EVI

9. Mi a visszaemlékező index?

a, csak normál eloszlású adatok alapján transzformálható paraméter

b, havi csapadékösszeg és havi átlaghőmérséklet idősorok alapján több lépésben számítható folyamat,

c, amelynek aktuális értéke a megelőző időszak elemeinek az alakulásától is függ.

10. Mely paramétereket veszi figyelembe a Pálfa aszályossági index?

a, középhőmérséklet, talajvíz mélysége, csapadékösszeg, hőségnapok száma

b, talajnedvesség, csapadékos napok száma, felszínfedettség, csapadékösszeg

c, csapadékszegény időszak hossza, talajhőmérséklet, csapadékösszeg, aszályos napok száma

A megoldások a következő oldalon az Irodalomjegyzék végén találhatók.

5. Irodalomjegyzék

Dövényi, Z. 2010. Magyarország Kistájainak Katasztere. MTA FKI, Budapest. p.876. Faragó, T.; Kozma, E.; Nemes, Cs. 1989. Drought indices in meteorology. Időjárás 93 évf. 1.sz. pp.45-60.

Horváth, Sz.; Makra, L.; Mika, J. 2001. A klíma és a területhasznosítás változékonyságának kölcsönhatásai a Tisza magyarországi vízgyűjtőjén. In.: A földrajz eredményei az új évezred küszöbén. I. Magyar Földrajzi Konferencia CD kötete, SZTE TFGT, Szeged. p.12.

Csorba, P. 2006. Hazai tájak ökológiai szempontú szerkezetének vizsgálata In.: Kertész Á.; Dövényi Z.; Kocsis K. (szerk.) A III. Magyar Földrajzi Konferencia közleményei. CD kiadvány. MTA FKI, Budapest. p.10.

Csorba, P.; Szabó, Sz.; Csorba K. 2006. Tájmetriai adatok tájökológiai célú felhasználása, Földrajzi tanulmányok Lóki József tiszteletére, Debrecen, pp. 24-34.

Kollányi, L. 2004. Tájí indikátorok alkalmazási lehetőségei a környezetállapot értékeléséhez. Környezetállapot Értékelés Program, MTA Budapest. p.39.

Kovács, F. 2012. A klímaváltozás földrajzi hatásainak értékelése távérzékelési módszerekkel. In.: Kockázat – Konfliktus – Kihívás. VI. Magyar Földrajzi Konferencia, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tszk. Szeged. pp.444-452.

Ladányi, Zs. 2010. Tájváltozások értékelése a Duna-Tisza közti Homokhátság egy környezet- és klímaérzékeny kistáján, az Illancson. Doktori (PhD) értekezés. SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tszk. Szeged. p.129.

Lakatos, M.; Kovács, T.; Bihari, Z.; Szentimrey, T. 2012. Az aszályindexek számítási lehetőségei és gyakorlata az Országos Meteorológiai Szolgálatnál. In. Bihari, Z. (szerk.) Délkelet-Európai Aszálykezelési Központ (DMCSEE). pp.17-20.

- Mezősi, G. 1991: Kísérletek a táj esztétikai értéknek meghatározására. Földrajzi Értesítő, XL, 3-4, pp.251-264.
- Mezősi, G.; Fejes, Cs. 2004. A tájak ökológiai feltjainak kvantitatív elemzése. In.: A magyar földrajz kurrens eredményei. A II. Magyar Földrajzi Konferencia 2004 CD kötete. SZTE TFGT, Szeged. p.12.
- Mucsi, L. 2004. Műholdas távérzékelés. Libellus Kiadó, Szeged. p.250.
- Pálfi, I. 1989. Az Alföld aszályossága. Alföldi Tanulmányok, Vol. XIII. pp.7-25.
- Szabó, Sz. 2009. Tájmetriai mérőszámok alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata a tájanalízisben. Habilitációs Értekezés. Debreceni Egyetem, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen, p.109.
- Takács, P.; Tamás, J. 2005. Újabb típusú multispektrális erőforrás-figyelő műholdak alkalmazhatósága az agrár-környezetvédelemben. Agrártudományi Közlemények 16, Különszám, pp.282-289.
- Zsákovics, G.; Kovács, F.; Kiss, A. 2009. A szárazodás veszélyének többszemponútú térbeli elemzése a Duna-Tisza közén. Tájökológiai Lapok 7.évf. 1.sz. pp.117-126.

Internet hivatkozások (utolsó letöltés: 2014.03.24.)

- Global Drought Monitor: <http://www.drought.gov/gdm/>
- LPDAAC DataPool: https://lpdaac.usgs.gov/get_data/data_pool
- PAI térkép: <http://www.vizugy.hu/print.php?webdokumentumid=407>
- SPI térkép: <http://www.dmcsee.org/en/spi/?year=2012&month=Aug&TimeScale=3>
- TIR Közönségszolgálati Modul: <http://geo.kvvm.hu/tir/viewer.htm>

Tesztfeladatok megoldások: 1: b; 2: a; 3: c, e; 4: c; 5: a, b; 6: b; 7: a, b; 8: a; 9: c; 10: a.

11. fejezet - Környezeti folyamatok térinformatikai értékelése I. (Lóki J.)

A környezet állapotának értékelésénél nagyon fontos a környezetben lezajló folyamatok ismerete. A környezeti folyamatok nagyon összetettek. Tanulmányozásuknál meg kell határozni a hatótényezőket és fel kell térképezni a hatásfolyamatokat. Le kell határolni azokat a területeket, ahol a különböző hatásokra a környezet megváltozik. Ha a változás érzékelhető az egész Földön, akkor **globális folyamatokról** beszélünk (pl. klímaváltozás), de vannak olyan környezeti folyamatok, amelyek csak kisebb területekre (pl. vízgyűjtő, vegyiüzem, stb.) jellemzőek.

alapfogalmak: elsődleges adatgyűjtés, másodlagos adatgyűjtés

kulcsfogalmak: adatfeldolgozás, digitalizálás, GIS módszerek, klasszifikáció

1. 11.1. Bevezetés

A környezet állapotának és a változásra ható folyamatok vizsgálatának a határa a gyakorlatban **megadható** egyrészt úgy, hogy valamilyen már korábban megadott határhoz (pl. tájhatár, közigazgatási határ, stb.) kötődik. Másrészt pedig úgy is kijelölhető, hogy a rendelkezésre álló, vagy a felmérésünk során nyert adatok felhasználásával, GIS módszerekkel, mi adjuk meg azt a határt, ameddig a vizsgált folyamat még éreztetni hatását (pl. szennyezés határa, a folyó vízállásának a környező terület talajvízére gyakorolt hatása, stb.).

A környezeti folyamatok hatása nemcsak térben, hanem időben is nagyon változó. A folyamatok időbeli vizsgálata azért fontos, mert ezekből az adatokból egyrészt megállapítható a változás mértéke (pl. erdőterületek változása, belvizes területek kiterjedése, stb.), másrészt, ha megfelelő mennyiségű és minőségű adattal rendelkezünk, akkor modellezéssel a jövő prognosztizálható, ami a fenntartható fejlődés szempontjából nagyon fontos. A környezeti hatásokat így előre jelezhetjük, a szükséges beavatkozásokat tervezhetjük, kivitelezhetjük. Ez nemcsak környezeti, hanem gazdasági szempontból is fontos, mert a szükséges beavatkozások költségei kiszámíthatók.

A környezeti állapot értékeléséhez, és a folyamatok időbeni vizsgálatához adatbázisra van szükség. **Nagyon fontos, hogy a ható tényezők figyelembe vételével megfelelő számú és minőségű/pontosságú adatokkal rendelkezünk.** A továbbiakban először áttekintjük azokat az adatgyűjtési lehetőségeket, amelyekkel a környezeti folyamatok térbeli és időbeli vizsgálata végezhető, majd a környezeti változásokat GIS szoftverek (ArcGIS, ERDAS, stb.) felhasználásával példákön mutatjuk be.

2. 11.2. Adatgyűjtés környezeti térinformatikai rendszerben

A környezeti folyamatok vizsgálata adatgyűjtéssel kezdődik. Mivel a folyamatok időbeli vizsgálatán van a hangsúly, ezért az adataink egyrészt a jelenlegi, másrészt korábbi környezeti állapotokra vonatkoznak. Ennek megfelelően az adatokat elsődleges és másodlagos típusokba sorolhatjuk (11.1. ábra).

11.1. ábra - Az adatok típusai (A csoportosítás a HEFOP/2004/3.3.1/0001.01 „Környezet és távérzékelés” segédlet szempontjainak a felhasználásával készült.)

ADATOK	ELSŐDLEGES	TEREPI	mintavétel, geodéziai felmérés	idő- és költségigényes, naprakész
		LEKÉPEZETT	légi- és űrfelvétel, stb.	
	MÁSODLAGOS	MEGLÉVŐ ADATOK	táblázatok, elemzések, stb.	megbízhatósági problémák, régi adatok
		TÉRKÉPEK	tematikus térképek	

A környezet állapotának változása csak akkor mutatható ki, ha korábbi időpontból és napjainkból is ugyanarra a területre vonatkozó adatok nyerhetők, ezért először célszerű ezt ellenőrizni. Ha pl. azt szeretnénk megvizsgálni, hogy hogyan változott a Nyírség erdősültsége, akkor először azt kell meghatároznunk, hogy melyik az a korábbi időpont, amióta megbízható információval rendelkezünk. Tehát először a másodlagos adatok (térképek) gyűjtésével kezdjük a munkánkat. Erre alkalmas lehet pl. a II. Katonai Felvétel, vagy az erdészeti térképek.

A másodlagos adatok gyűjtése után a jelenlegi (elsődleges) adatok kiválasztása következik. A fenti példához alkalmas egy friss úrfelvétel, vagy az erdészet „naprakész” térképe. Ezt követően a terület változásának kimutatása GIS szoftver alkalmazásával megoldható. A végeredmény pontossága a felhasznált térképek megbízhatóságától függ.

A környezeti adatokból különféle információk (11.2. ábra) nyerhetők, amelyek szintén lehetnek elsődlegesek, vagy másodlagosak. A korábbi térképekről bedigitalizált geometriai információk (pont, vonal, poligon) a másodlagosak és a felvétel időpontjának felelnek meg. Az elsődleges információhoz a jelenlegi műszeres (pl. GPS) méréssel juthatunk.

11.2. ábra - Az adatinformációk típusai (A csoportosítás a HEFOP/2004/3.3.1/0001.01 „Környezet és távérzékelés” segédlet szempontjainak a felhasználásával készült.)

ADATINFORMÁCIÓK	GEOMETRIAI	ELSŐDLEGES	műszeres méréssel	általában időálló
		MÁSODLAGOS	térképekről	
	ÁLLAPOT	ELSŐDLEGES	mintavétel, mérés, interpretáció, stb.	nem időálló
		MÁSODLAGOS	tematikus térkép, jegyzőkönyv	
	TARTALMI	SZAKISMERETTEL ÖSSZEFÜGGÉSEK VIZSGÁLATA	terepbejárás	általában időálló
			interpretáció	

A korábban felvett (másodlagos) és a jelenlegi méréssel meghatározott (elsődleges) adatokból a környezet állapotára következtethetünk. Mivel a környezet állapota állandóan változik, ezért ezek az adatok nem tekinthetők időállóknak. Mindig fel kell tüntetni, hogy melyik időpontra vonatkoznak.

A környezeti folyamatok értékelésénél nyert adatok tartalmi információval rendelkeznek. Az értékelést végző személy megfelelő szakmai ismerettel, terepbejárással, az adatok interpretációjával vizsgálja az összefüggéseket. Az így nyert adatok általában elsődlegesnek tekinthetők, mert a szakembernek a helyszíni ismeretei és az adatbázis elemeinek az összehasonlító vizsgálatával, a határértékek figyelembe vételével (pl. szennyezésnél) nyeri az újabb adatokat, illetve adatokkal alátámasztva összegzi véleményét. A megfelelő alapossággal készített környezetállapot-értékelések általában időállóknak tekinthetők.

3. 11.3. Az adatgyűjtés határproblémái

A környezeti folyamatok tanulmányozásánál meg kell adnunk, hogy a vizsgálatok térben és időben meddig terjedjenek. A környezeti folyamatok területi kiterjedésénél a geometriai adatok lehetnek egy-, két-, vagy három-dimenziósak.

Az egy pontra vonatkozó környezeti adat EOY koordinátával megadható, pontossága a mérőműszertől (pl. GPS) függ. Ilyen lehet pl. egy talajvízkútban mért adott időpontra érvényes nyugalmi talajvízszint. A több pontban mért adatok interpolációjával a pontok környezetére jellemző állapot is meghatározható, és izovonalas térképek szerkeszthetők. Az így előállított adatbázis alkalmas arra, hogy folyamatokat határozzunk meg (pl. talajvíz, illetve a talajvízbe került szennyezés terjedése).

A területi vizsgálatoknál a környezet állapotát határok között végezzük. Az ilyen típusú vizsgálatnál a határ különféleképpen értelmezhető. Van olyan feladat, amelyben a határt előre kijelölik (pl. egy település külterületi

határa, mint közigazgatási határ), de gyakran előfordul, hogy a határt nekünk kell megadni a vizsgálatok eredményei alapján (pl. káros talajszennyezés határa). Tovább bonyolítja a helyzetet, ha a határvonal nem egy stabil vonal, hanem állandóan elmozdul, sőt az alakja is változik (pl. egy folyó felszínén úszó szennyezés, egy lejtős felszínen terjedő szennyeződés, stb.).

A földrajzi határok között is előfordul olyan, amelyik egyértelműen megadható (pl. a vízgyűjtő terület határa, amely a folyó vízgyűjtő területén a legmagasabb tszf.-i magasságú pontokat köti össze), de pl. a hóhatár a magashegységekben egy éven belül is változik. A tájhatárok pedig nem egy vonalnak, hanem inkább egy sávnak tekinthetők, ugyanis a két táj között mindenhol létezik olyan átmeneti terület, ahol a két táj jellemzői (pl. növényzet) keverednek.

A három dimenzióra kiterjedő környezeti vizsgálatok határának a kijelölése még nagyobb problémát jelent. Vannak olyan környezeti folyamatok, amelyek a felszín felett a légkör különböző magasságában érzékelhetők és mérhetők (pl. a trópusi sivatagok területéről származó por több ezer km távolságig is elszállítódik), viszont előfordul olyan eset is, amikor a szennyező forrástól lefele a köztrétegeken keresztül terjed a szennyező anyag. A felfele, illetve lefele irányuló szennyezésnél nemcsak a határ kijelölése okoz nehézséget, hanem a mintavétel is.

Természetesen bizonyos szempontok figyelembe vételével is kijelölhetnek határokat és mérési pontokat (pl. a belvárosi levegő szennyezettségi mértékének meghatározása).

A környezeti folyamatok időbeni vizsgálatánál is több szempontot kell figyelembe venni, amelyek meghatározzák a vizsgálat időtartamát. Vannak **váratlanul, hirtelen kezdődő és gyorsan lejáró folyamatok** (pl. földrengések), amikor rövid idő áll rendelkezésre a mérésre, inkább a keletkezett károk felmérését végezhetjük, és a rengés erőssége és a kár mértéke közötti összefüggések megállapítására van lehetőség.

A folyamatok egy részére az a jellemző, hogy **viszonylag gyorsan indulnak**, de vannak olyan információk, amelyek előre jelzik a folyamat bekövetkezését (pl. árvizek), és **a folyamat lelassulásával hosszabb időre elhúzódnak**.

A harmadik csoportba sorolhatók a **lassan lezajló környezeti folyamatok** (pl. globális klímaváltozás). Ezeknek a folyamatoknak a kimutatása és vizsgálata csak hosszú időszak mérési adatsorának ismeretében végezhető el. **A környezeti állapotváltozás értékelése csak azokon a területeken végezhető el, ahol megbízható adatokkal rendelkezünk.** Nagyon fontos az adatok pontosságának a vizsgálata. Az a tapasztalat, hogy a régebbi adatok – a korábbi műszerek pontatlansága miatt – kevésbé megbízhatóak.

4. 11.4. Az adatok előfeldolgozása

A területileg lehatárolt, meghatározott időintervallumra összegyűjtött adatokat a feldolgozás szempontjából két csoportra lehet osztani. Azok az **elsődleges adatok**, amelyeket modern műszerekkel mérünk, és digitális formában tárolunk, már nem igényelnek jelentősebb előfeldolgozást. A **másodlagos adatok** (mérési jegyzőkönyvek, adattáblázatok, régi térképek, stb.) elemzésre alkalmas digitális formátumba alakítása nagyon időigényes.

A környezeti vizsgálatoknál első lépésként célszerű a terület alaptérképének az előállítását. Nagyon fontos azt eldönteni, hogy milyen méretarányú tematikus térképet akarunk előállítani, mert ez meghatározza a térkép információtartalmát. (Természetesen arra is lehetőség van a GIS szoftverekben, hogy a méretarányt az értékelés végén adjuk meg, és a térképi információt generalizálással annak megfelelően állítjuk elő.)

A térkép elkészítésénél két lehetőség adódik. Abban az esetben, ha a vizsgált területről rendelkezünk digitális térképpel, akkor a továbbiakban azt használhatjuk, ha a kívánt vetületi rendszerbe illesztettük, egyébként a grafikus térképet digitalizálnunk kell.

A papíralapú (analóg) térképek digitális formátumba alakítása kétféleképpen történhet attól függően, hogy **raszteres**, vagy **vektoros** formátumot akarunk előállítani. A raszteres térkép-digitalizálás szkenneléssel történik. A szkennerek lehetnek lap- és dobszkennerek. A lapszkennerek előnye egyrészt a gyors digitalizálás, másrészt az, hogy a sérült, illetve a hajtogatásnál gyűrődött térképek is szkennelhetők. Hátrányként a méret említhető, mert a nagyobb térképek csak részletekben szkennelhetők, majd a térképrészleteket valamelyik képkezelő szoftverben össze kell illeszteni. Az A0-as dobszkennerek nagy méretű térképek digitalizálására is alkalmasak, viszont csak a sima, ép térképek digitalizálhatók.

A szkennerek kiválasztásánál nagyon fontos szempont a felbontóképesség figyelembe vétele. A kis felbontóképességű szkennerek gyorsabban dolgoznak és kisebb a fájl méret, de a kapott raszteres állomány már kisebb nagyításnál is képpontokra esik szét (11.3. ábra – a.). A további feldolgozáshoz nagyobb felbontóképesség (11.3. ábra – b.) szükséges. A raszteres digitális térképek tulajdonképpen az analóg térképek másolatának tekinthetők. Ezeken a térképeken a grafikus elemek között nincs topológiai kapcsolat, tehát adatbázisnak nem tekinthetők, viszont felhasználhatók digitális adatbázis készítésénél.

11.3. ábra - Raszteres térképrészlet: a, 72 dpi; b, 600 dpi felbontással



A vektoros digitális adatbázisok digitalizálással állíthatók elő. A grafikus elemek (pontok, vonalak, poligonok) egyedi azonosítóval rendelkeznek és közöttük topológiai kapcsolat van, elvileg korlátlan adattartalommal rendelkezhetnek.

A vektoros állományok digitalizálása elvégezhető digitalizáló tábla segítségével, vagy képernyőn történő digitalizálással. A képernyőn történő digitalizálásnál nagyon fontos a képernyő felbontó képessége, valamint a raszteres kép nagyíthatósága. Az információvesztés nagyon jelentős lehet, ha a képernyő és a raszteres térkép felbontásának arányát nem vesszük figyelembe. A nagyítás mértéke általában akkor elfogadható, ha a képernyőfelbontás (K_{dpi}) és a szkennelt térkép felbontásának (T_{dpi}) aránya:

11.1. egyenlet - A nagyítás elfogadható mértékének számítása

$$K_{dpi}/T_{dpi} \geq 1$$

A környezeti folyamatok vizsgálatánál topográfiai és tematikus térképeket egyaránt használunk, amelyek sok információt tartalmaznak. Az analóg térképek digitalizálása után a geometriai objektumokhoz a környezeti vizsgálathoz nélkülözhetetlen adatokat kell rendelnünk. A topográfiai térképekről nagyon sok környezeti információ (pl. növényzet, antropogén formák, stb.) nyerhető. **A környezeti folyamatok értékelése szempontjából fontos a térkép készítésének időpontja.** A különböző időpontokban készült térképek jól jelzik a környezet átalakulását. A térképekről gyűjtött adatinformációk bővíthetők korabeli (pl. levéltári) számadatokkal, leírásokkal. Ezeket az adatokat importálhatjuk a készülő digitális adatbázisba.

A tematikus térképeket valaki korábban valamilyen célból készítette az általa gyűjtött adatok felhasználásával. Ezeknek a térképeknek a használatakor figyelembe kell venni egyrészt a használt vetületi rendszert, másrészt a méretarányt, továbbá azt is, hogy milyen formátumban készült. Ha papíralapú a térkép, akkor a fentebb már leírtak alapján kell digitalizálni, viszont ha digitális adatbázis, akkor a fájlformátum okozhat gondot, hogy melyik szoftverrel tudjuk átkonvertálni. Előfordulhat olyan eset is, hogy a digitális térkép nem a szükséges geometriai elemeket (pont, vonal, poligon) tartalmazza, akkor a GIS előírásainak megfelelően a megjelenített objektumokat újra kell digitalizálni. Sokszor az attribútum adatokat sem sikerül transzformálni. Ilyenkor a tematikus térképről leolvasva az adatbázisunkba nekünk kell beírni.

Az adatok feldolgozásához tartozik az adatbázis ellenőrzése és a hiányzó adatok pótlása. A korábbi időpontok hiányzó adatai adattárakban, szakkönyvekben, jelentésekben, szakirányú szervezeteknél (vízügy, meteorológia, stb.), esetleg interneten kereshetők. A jelenlegi adatok elsődleges adatgyűjtéssel (terepi mérés, távérzékelési módszerek) nyerhetők.

Az adatok ellenőrzésekor és pótlásakor azt is figyelembe kell venni, hogy megfelelnek-e az adataink a környezeti állapot értékeléséhez. Például egy kisebb terület talajtani értékelésénél nem használható az AGROTOPO (M=1:100 000) térkép, vagy az előtérre hajlamos területek kimutatásához a mikrodomborzat előállításánál az 1:25 000-es topográfiai térkép.

Miután az adataink megfelelnek a környezeti vizsgálat célkitűzésének, akkor ki kell választanunk az adatok elemzésére alkalmas szoftvert. Napjainkban sok GIS szoftver van forgalomban, amelyek között vannak szabadon felhasználható (nyílt forráskódú) szoftverek (pl. QGIS, FreeGIS, stb.) is.

5. 11.5. Az adatok elemzése

A környezeti adatbázisok lehetnek raszteres, vagy vektoros adattartalmúak. A környezeti állapot értékelésénél gyakori a raszteres adatbázis használata, amelynek az elemzését távérzékelési módszer alkalmazásával végezzük. Napjainkban már több évtizedes raszteres adatbázisok (légi- és űrfelvételek) állnak rendelkezésre, amelynek az az előnye, hogy a környezet állapotának értékelésénél a folyamatot is figyelembe tudjuk venni.

A raszteres adatbázisok interpretációjánál először a közvetlenül könnyen értelmezhető adatokat értékeljük. A felvételeken az antropogén hatások (települések, épületek, utak, stb.), vízrajzi objektumok (tavak, folyók, stb.), erdők, stb. viszonylag gyorsan azonosíthatók. A különböző időpontú felvételek összehasonlításával már vizuálisan is látszanak a változások (pl. a települések területének növekedése, erdőterületek csökkenése, stb.), de statisztikai módszerekkel pontosabban kimutathatók.

A raszteres adatbázis távérzékelési módszerrel történő elemzésénél a közvetlenül nem érzékelhető folyamatokat is értékelhetjük. Erre akkor van lehetőség, ha keressük azokat a hatótényezőket, amelyek a környezet változását előidézték. Ilyen lehet pl. a növényzet állapotának megváltozása, amelyet előidézhethet a talajvízszint változása, az antropogén hatásra bekövetkező környezetszennyezés, stb. **A műholdfelvételek különböző hullámhosszúságú csatornáinak elemzésével határozzuk meg a környezeti folyamatot előidéző tényezőket.**

A környezeti vizsgálatoknál olyan feladat is adódik, hogy az előre kiválasztott mintaterületeken általános környezeti állapotvizsgálatot végzünk. Az ilyen elemzések nagyon összetettek és a környezeti folyamatok kimutatása is bonyolultabb, mint egy meghatározott tényező elemzése. Ilyen esetben is alkalmazhatók a távérzékelési módszerek. A raszteres állomány interpretálásánál több lehetőség közül választhatunk. Abban az esetben, ha csak a spektrális jellemzőket vesszük figyelembe, akkor egy automatikus kiértékelést végeztetünk a szoftverbe beépített lehetőséggel (**CLUSTER**). Ennek az a hátránya, hogy az eredményül kapott sok lehetőség közül nekünk kell meghatározni a jellemző környezeti kategóriákat. Ennél gyakrabban használt módszer az **irányított osztályozás**, amikor a szakember az ismert tanulóterületeken a különböző felszínborításokat kijelöli, és ezek alapján a szoftver a teljes raszteres állományból a környezeti kategóriákat pontosabban meghatározza. **A kisebb pontosságú interpretáció általában a tanulóterület pontatlan kijelölésével, illetve a területeket ért eltérő hatásokkal (pl. csapadék) magyarázhatók.** Természetesen arra is lehetőség van, hogy **a környezet állapotának pontosabb meghatározásához raszteres és vektoros állományokat is értékelünk.** A raszteres állományok interpretálásával tematikus térképeket készíthetünk.

A vektoros adatbázisok elemzésénél a szoftverek lehetőséget nyújtanak különböző statisztikai módszerek alkalmazására. A geometriai elemek (pontok, vonalak, területek) attribútum adataival különböző műveletek végezhetők. Az adatbázisból az adatok gyorsan lekérdezhetők, illetve a tematikus térképek gyorsan szerkeszthetők.

6. 11.6. Feladatok - megoldások

6.1. 11.6.1. 1. feladat

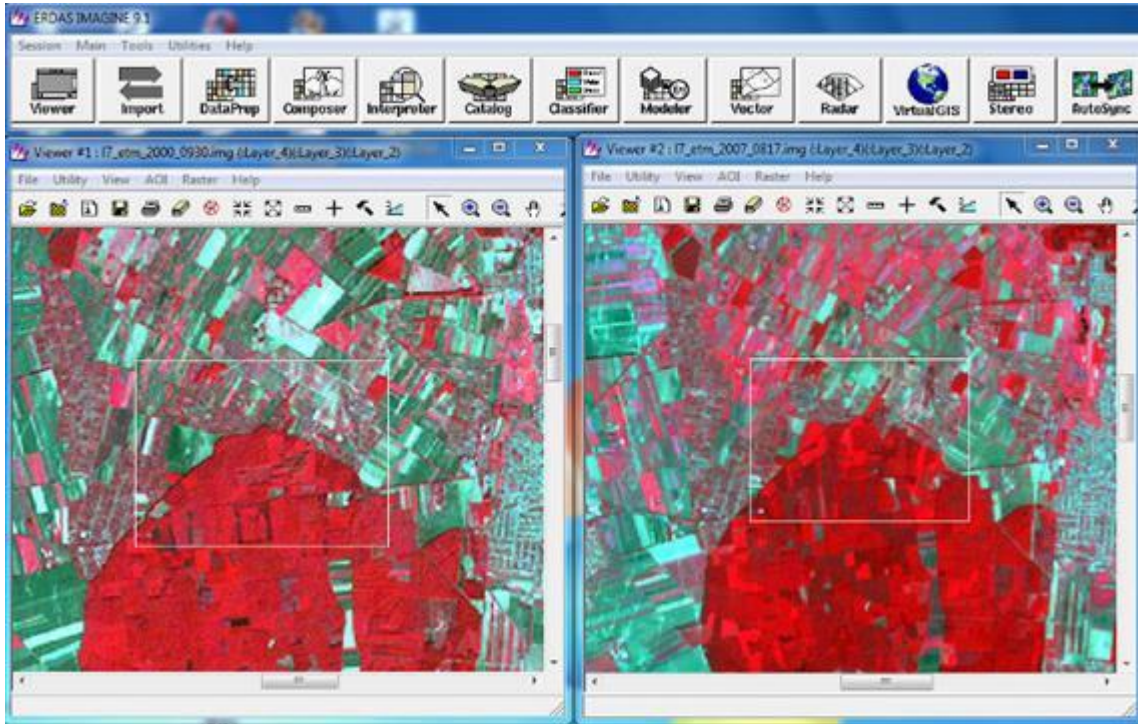
Egy választott mintaterületről készült Landsat7 műholdfelvételek felhasználásával értékeljük a terület művelésági megoszlásának változását! A feladatot több szoftverben (ERDAS, IDRISI, stb.) is megoldhatjuk. Jelenleg a megoldás menetét az ERDAS IMAGINE szoftver felhasználásával mutatjuk be.

A megoldás főbb lépései:

- a mintaterületről az azonos vetületi rendszerbe illesztett űrfelvételek kiválasztása,
- a raszteres adatbázis interpretációja
- a különböző időpontra vonatkozó interpretációs eredmények összehasonlító elemzése.

A mintaterületet a Landsat7_etm, 2000.09.30.-án és 2007.08.17.-én készült felvételein jelöltük ki (11.4. ábra) Debrecenről É-ra.

11.4. ábra - Vetületi rendszerbe illesztett Landsat7 űrfelvételek kijelölt mintaterülettel



A 2000.09.30.-án készült űrfelvételtől kiválasztott mintaterület kivágása a **Data Preparation/Subset Image** menüpont segítségével történik. A 2007.08.17.-én készült felvételtől ugyanígy vágjuk ki a mintaterületünket. Az interpretálást az így kapott űrfelvétel-részleteken (11.5. ábra és animáció) végezzük.

11.5. ábra - A mintaterületről két időpontban készült űrfelvételek + ANIMÁCIÓ



Az alábbi linkre kattintva indul az animáció. - Műholdkép kezelése, kivágása ERDAS programban.

A feladat megoldásához az irányított osztályozást (**Supervised classification**) választjuk. Először megnyitjuk a mintaterületről 2000-ben készült felvételt. A **Classifier/Signature Editor** választásával (11.6. ábra - animáció) megjelenik egy párbeszédablak, amely majd tartalmazza a bedigitalizált tanulóterületeket. A tanulóterületek digitalizálását az **AOI/Tools** poligon ikonjának választása után végezhetjük el. Mindegyik tanulóterület bedigitalizálása után a **Signature Editor EDIT/Add** menüpontjával jeleníthetjük meg a táblázatban, ahol megadjuk a felszínborítás nevét és új szint rendelhetünk hozzá. Miután mindegyik tanulóterület megjelent a táblázatban, akkor elmentjük a Signature fájlt.

11.6. ábra - Classifier/Signature editor parancs - ANIMÁCIÓ



Az alábbi linkre kattintva indul az animáció.

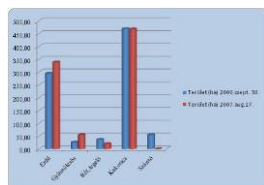
A **Classifier/Supervised** választása után megjelenő párbeszédablakot értelemszerűen kitöltjük, majd elmentjük az osztályozott úrfelvételünket új névvel. Az interpretálást az **Interpreter/GIS Analysis/Recode** menüpont választásával végezzük. A megjelenő párbeszédablak kitöltése után új fájlként elmentjük, majd megnyitjuk egy új ablakban. Az interpretált úrfelvétel adatait a **Raster/Attribute** választásával megjelenő **Raster Attribute Editor** tartalmazza. Az Edit menüponttal új oszlopban a területi adatok is megjeleníthetők, és az **Edit/Export** választásával a táblázat adatai **név.dat** formátumban elmenthetők.

Miután mindegyik időpontban készült felvételt interpretáltuk, az adatok pl. Excel táblázatban megjeleníthetők (11.7. ábra), és ábrázolhatók (11.8. ábra).

11.7. ábra - A választott úrfelvételek területi adatai

Megnevezés	Terület (ha)	
	2000.szept. 30.	2007.aug. 17.
Erdő	294,93	338,49
Gyümölcsös	26,01	55,53
Rét, legelő	36,72	20,25
Kukorica	469,26	468,09
Szántó	55,44	0

11.8. ábra - A választott mintaterület művelésági változásai



6.2. 11.6.2. 2. feladat

A talajvízszint változásának a vizsgálata kiválasztott kutak adatainak (2004. és 2006. évek) a felhasználásával. A feladat megoldásához az ArcGIS szoftvert használjuk.

A feladat megoldásához szükséges adatokat két Excel fájl (talajvizkutak.xlsx; nyers_adatok_2004-2006.xlsx) tartalmazza. A feladat megoldásának a főbb lépései:

1.A talajvízkutak adataiból vektoros réteg készítése (11.9. ábra - animáció)

11.9. ábra - Vektoros réteg készítése - ANIMÁCIÓ



Az alábbi linkre kattintva indul az animáció.

2.A nyers_adatok_2004-2006.xlsx tartalmazza az észlelési adatsort. Kapcsoljuk össze a kutak.shp attribútum táblájával, és az adatsor értékeit normalizáljuk a peremmagassággal. A megnyitott Excel táblázat adatait exportáljuk dBASE formátumba és négy új oszlopot (Normalizált adatok, Peremmagasság, terepmagasság, talajvíz tszfm.) nyitunk (11.10. ábra - animáció).

11.10. ábra - Attribútum adatok megadása - ANIMÁCIÓ



Az alábbi linkre kattintva indul az animáció.

3. A táblázatok összekapcsolása (join), műveletek field calculatorral, képletek elmentése (11.11. ábra - animáció)

11.11. ábra - Táblázatok összekapcsolása - ANIMÁCIÓ



Az alábbi linkre kattintva indul az animáció.

4. Statisztika számoltatása, eredmények térbeli megjelenítése, összegző statisztika készítése törzsszám szerint évenként, eredmények táblázat összekapcsolása a kutak rétegével (join), interpoláció – összekapcsolt táblázatokból bármely oszlop választható, nem szükséges az adatok átmásolása – (11.12. ábra - animáció)

11.12. ábra - 4. Statisztika számoltatása - ANIMÁCIÓ



Az alábbi linkre kattintva indul az animáció.

5. Az elkészült felületek összehasonlítása rétegek kivonásával (2006-2004) (11.13. ábra - animáció)

11.13. ábra - 5. A felületek összehasonlítása - ANIMÁCIÓ



Az alábbi linkre kattintva indul az animáció.

6. Az összehasonlítás eredményeként létrejött felület jól ábrázolja, hogy 2006-ban a mintaterület egészen a talajvízszint emelkedése tapasztalható a 2004-es adatokhoz képest. Az emelkedés mértékét egy színskálával még szemléletesebbé tehetjük (11.14. ábra - animáció).

11.14. ábra - Az összehasonlítás eredménye - ANIMÁCIÓ



Az alábbi linkre kattintva indul az animáció.

7. Térkép szerkesztése, exportálása, méreтарány megadása (11.15. ábra - animációk).

11.15. ábra - Térkép szerkesztése - 3 db ANIMÁCIÓ



Az alábbi linkre kattintva indul az animáció.

Az alábbi linkre kattintva indul az animáció.

Az alábbi linkre kattintva indul az animáció.

7. Tesztfeladatok

1. Melyik az elsődleges adat az alábbiak közül?

a: 10 000-es térkép

b: 2003-as Landsat űrfelvétel

c: mai terepi minta adata

d: 2005-ös ortofotó

2. Melyik nem másodlagos adat az alábbiak közül?

- a: 1972-es űrfelvétel
- b: múlt havi felvétel
- c: 4 éves fotó

3. Melyik az egyértelműen megadható határ az alábbiak közül?

- a: hóhatár
- b: tájhatár
- c: vízgyűjtő terület határa
- d: sivatag határa

4. Melyik a szabadon használható szoftver az alábbiak közül?

- a: ArcView
- b: ArcGIS
- c: MapInfo
- d: QGIS

5. Mi a raszteres adatbázis alapeleme?

- a: pont
- b: pixel
- c: poligon
- d: dpi

6. Mit értünk tanulóterületen a távérzékelési interpretációnál?

- a: az értékelendő területet
- b: azt a területet ahonnét vannak referencia adataink
- c: azt a területet ahol az értékelést ellenőrizzük
- d: bármelyik területrész az űrfelvételen

7. Milyen művelet végezhető el az ERDAS szoftverben a Supervised classification menüpontnál?

- a: irányított osztályozás
- b: automatikus kiértékelés
- c: a tanulóterület ellenőrzése
- d: összehasonlító értékelés

8. Mit tartalmaz az ERDAS szoftverben létrehozott Signature fájl?

- a: a tanulóterület jellemzőit
- b: az űrfelvétel adatait

c: a kiértékelt terület jellemzőit

d: a felszínborítás neveit és színeit

9. Melyik a vektoros digitális adatbázis grafikus eleme?

a: háromszög

b: négyszög

c: kör

d: poligon

10. Melyik a raszteres digitális adatbázis legkisebb eleme?

a: pont

b: pixel

c: parcella

d: képelem

A megoldások a következő oldalon az Irodalomjegyzék végén találhatók

8. Irodalomjegyzék

Czímber, K. 2001 Geoinformatika Elektronikus jegyzet.

<http://www.fmt.bme.hu/fmt/oktatas/feltoltesek/BMEEOFTASJ4/asj4segedlet.pdf>

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_BTRI15/ch01s08.html

Magyarország a XX. században II. kötet Természeti környezet, népesség és társadalom, egyházak és felekezetek, gazdaság. A hazai környezet állapotát befolyásoló főbb folyamatok.

http://www.imagmernok.hu/kvmod_quantumgis-telepites

Internet hivatkozások (utolsó letöltések 2014.03.24.)

<http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>

<http://maps.rissac.hu/agrotopo/>

<http://maps.rissac.hu/degradacio/>

<http://okir.kvvm.hu/>

<http://rsgis.hu/index.php/gis/elerhet-adatbazisok>

<http://www.kvvm.hu/index.php?pid=9&sid=50&cid=291>

A tesztkérdések megoldása: 1c, 2b, 3c, 4d, 5b, 6b, 7a, 8d, 9d, 10b

12. fejezet - Környezeti folyamatok térinformatikai értékelése II.

Változások és térbeli kapcsolatok (Kovács F.)

A földrajzi vizsgálatban kitüntetett szereppel bíró változásvizsgálat meghatározásában fontos az adatminőségi paraméterek és a változékonyság ismerete.

alfogalmak: raszter, vektor, pontosság

kulcsfogalmak: adatminőség, változás, változékonyság, térbeli kapcsolat

1. 12.1. A feldolgozást megelőző kérdések

1.1. 12.1.1. Melyik az alkalmas adat?

A térinformatikai műveletek jelentős részét az adatbevitel és adatintegráció jelenti, ezért is fontos **az alapadat állomány minőségének a vizsgálata**. Alapadatok esetében a minőséget **szabványokkal** támogathatjuk (pl. DAT).

Talán a leggyakoribb minőségi paraméter a pontosság. Ez lehet **geometriai**; mekkora a mért és az elméleti érték eltérése. A megbízhatóbb eredetű felméréssel, vagy a méretarány növekedésével egyre pontosabban határozhatjuk meg a helyzetünket (12.1., 12.2. ábra). A **pontosság utalhat folyamatra**; a vetületi transzformációnál a geometriai korrekciónál; ez az RMS hiba. **Tematikusan pontatlan** az adatbázisom, ha az nincs megfelelően karbantartva (pl. egy jelenleg beépített területen még szántót látunk), illetve ha egy valós objektumot nem a neki megfelelő térképi rétegre – pl. főutat földútként – digitalizálunk (12.3. ábra).

12.1. ábra - Állami térképsorozat felbontása és pontossága (Winkler 2001)

Méretarány	geometriai felbontás	Pontosság [m]
1:10.000	1,0 m	X,Y: 3-5; Z:1-5
1:25.000	4-5 m	X,Y: 5-8; Z:3-7
1:50.000	5-10 m	X,Y: 20-30; Z:5-10
1:100.000	20-30 m	X,Y: 30-40; Z:5-15

12.2. ábra - Űrfelvételekkel és légifelvételekkel készíthető térképsorozatok (Winkler 2001 alapján)

Térképi ma.	LANDSAT TM, ETM	SPOT XS, XI	SPOT P	World View, Geo-Eye	Légifelvétel
1:100.000	jó	jó	jó		
1:50.000	korlátozott	jó	jó	jó	korlátozott
1:25.000		korlátozott	jó	jó	jó
1:10.000			korlátozott	jó	jó

12.3. ábra - Területhasználat változások miatt a topográfiai térkép tematikusan pontatlan



A pontossággal valamelyest szinoním a megbízhatóság, vagyis a még kimutatható legkisebb durva hiba, valamint a hitelesség, ami minősíti a geometriai és a leíró adatok valósággal való egyezőségét. A már említett karbantartás utal az aktualizálás fontosságára, amely változó világunkban különös hangsúlyt kap. A távérzékelés szerepe pótolhatatlan az aktuális adatszerzésben. Frissítés, A teljesség elvét figyelembe véve a felmérések során az adott tematika szerint jelen lévő valamennyi jelenséget felvételezzük, mint ahogy az ingatlan-nyilvántartás is kiterjed valamennyi ingatlanra, függetlenül azok rendeltetésétől, tulajdonosától (12.4. ábra).

12.4. ábra - Titkosítás miatt nem teljes a 2005. év légifotó



Az adatokkal, adatbázisokkal kapcsolatos információk esetében a **metaadat** lehet a kulcs. Az ismert minőségi paramétereken kívül a használhatóságot és egyéb jellemzőket (pl. beszerezhetőség) is megkaphatjuk.

1.2. 12.1.2. Melyik az alkalmas modell?

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). Az egyes GIS rendszerek minősítésekor az a legfontosabb, hogy a szoftver megengedi-e mindkét modell alkalmazását, és mennyire átjárható a két adatmodell. Egy alapvetően vektoros adatmodellt alkalmazó szoftvernél is célszerű, ha rendelkezik raszteres adatok megjelenítését lehetővé tévő programmodulokkal, mert a jelentősebb adatforrások (pl. ortofotó) mind raszteres termékek.

2. 12.2 Változás-változékonyság vizsgálata

A táji-környezeti kutatásokban az egyik fő irány a változás vizsgálata. Van amikor ez a változás egyértelműnek tűnik:

- Szántóból erdő lett: egy 1980–2000 közötti felmérés szerint.

- 2-3 időpont alapján egy tó kiszáradt.

A vizsgálati időtartam, vagy a módszerek módosításával, a jelenség ismeretében ugyanez a folyamat megkérdőjeleződhet:

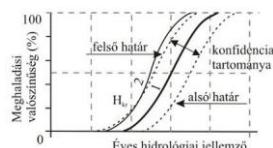
- 1960–1980 között ugyanazon a területen éppen erdőből lett szántó.

- a tó időszakos kiszáradása a természetes folyamatok része (szikes tavak).

Kérdés, hogy a változások jellege milyen: nem-folytonos, direkt irányú, trendszerű, vagy ingadozó. Valamilyen szinten minden környezeti változó mutat ciklikus ingadozást. A felszíni változékonyság miatt nehéz kiszűrni a tényleges változást.

Az egyéves léptékű folyamatban akkor nincs változás, ha a leíró jellemzők idősorában az abszolút idő éves léptékű skáláján bármely t_i időben felvehető értékészlete nem változik és a felvehető értékek bármely időponthoz rendelhető valószínűségi eloszlása állandó. **Nem az a lényeg, hogy egy idősorban milyen értéket vett fel a vizsgált elem, hanem, hogy milyen értékeket vehetett volna fel adott időben**, és a felvehető értékekben van-e változás. A folyamat változását ezért a jellemző által felvehető értékek valószínűségi eloszlása változásaként értelmezzük (Nováky 2003). A folyamatosan változó értékek miatt a határok megváltoznak (12.5. ábra).

12.5. ábra - A hidrológiai jellemző valószínűségi eloszlásfüggvénye a jelen (1) és az új (2) éghajlat esetén (Nováky 2003)



Ha két különböző görbe mindegyikéhez tartozik egy konfidencia sáv, akkor előfordulhat olyan pont, amelyik mindegyik sávban benne van, de nem mondhatjuk, hogy az 1-es változott, és 2-es lett belőle. Hazánkban a klímaelemeknél a sokévi átlaghoz viszonyított $\pm 20\text{--}30\%$ -os ingadozások sem ritkák és a csapadékingás nagyobb, mint a hőmérsékleti. Persze ez rideg statisztika, amihez társítani kell a földrajzot (Nováky 2003).

Konkrét probléma lehet a globális változások hazai hatásainak értékelése. **A globális probléma lokális kezelést igényel.** Minél nagyobb léptékben vizsgálódunk annál jobban nő a regionális hatások bizonytalansága, hiszen a helyi adatsorok belső változékonysága többszörösen meghaladhatja a globális adatokét.

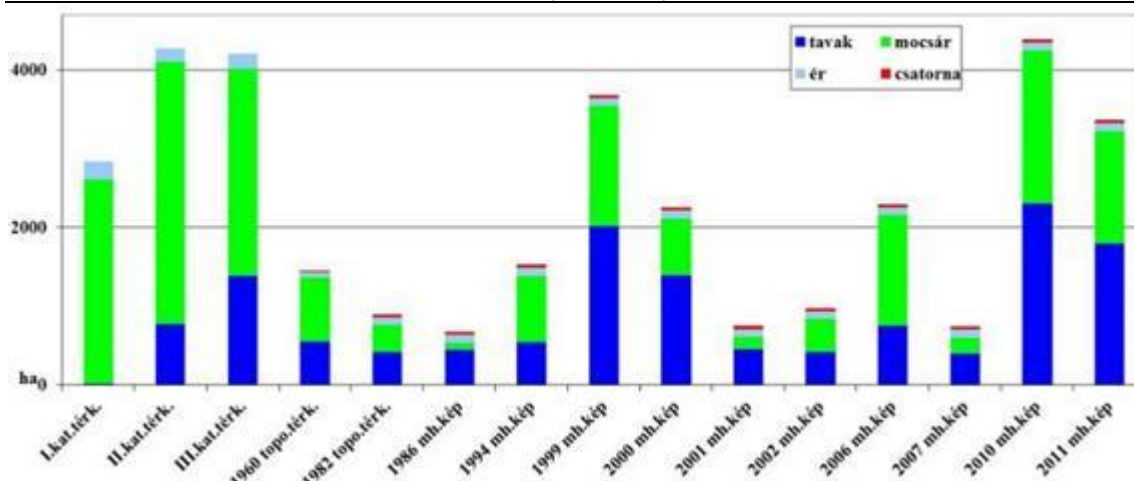
Ennek ismeretében a környezeti jelenségek változás, vagy változékonyságvizsgálata történhet:

- a felszíni elemek **nagy időfelbontású** regionális, lokális vizsgálatával. Ennek alkalmazása a minél gyakrabban készült adatok, képek összehasonlító vizsgálata.
- A felszíni elemek minél **hosszabb időtartamú** vizsgálatával. Ennek alkalmazása a térképek, adatok, légifotók, műholdképek használata a XVIII századtól napjainkig.
- Az **időbeli analógia** módszerével, amikor olyan éveket választunk ki és vizsgálunk, amelyek értékei megegyeznek, vagy illeszkednek a regionális éghajlati foratókönyvben adott értékekhez. Ennek alkalmazása, ha pl. az 50 éves időszakból leválogatott 10 legmelegebb évet elemezzük. Ilyen alapon választhatjuk a 2000. évet, mint a jövőben valószínűsíthető extrém földrajzi helyzetek alapesetét.

2.1. 12.2.1. Esettanulmány: Vizes élőhelyek változása a változékonyság ismeretében

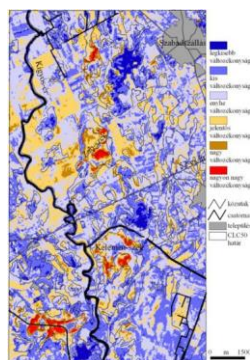
A hosszú időtartamú elemzésben a változás vagy ingadozás kérdését eldöntheti a változás mértéke és sebessége. Térképi (1882, 1960, 1982) adatok mellett műholdképekkel dolgoztunk (1986, 1994, 2000, 2002, 2006, 2007, 2010, 2011) és nyílt vizeket, vízenyős-, illetve száraz területeket határoltunk le (12.6. ábra).

12.6. ábra - Vizes élőhelyek hidrogeográfiai változása a XVIII. századtól napjainkig 11 időpont (állapot) alapján (Kovács 2011)



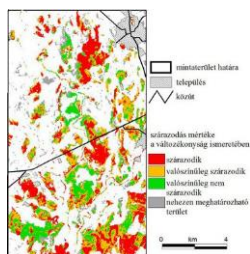
A nagy időfelbontású vizsgálat elsősorban a változás értékelésének pontosítása miatt fontos változékonyságot mutathatja. Egy szélsőséges vízellátottságú idő vizsgálatára referencia a közeljövőre nézve: belviz után aszály. 1999–2003 közötti vízben gazdag és aszályos idők váltakoztak; a mintaterületet 22 felvétel alapján vizsgáltuk (12.7. ábra).

12.7. ábra - Változékonyság rövid időtartam nagyon nagy időfelbontású vizsgálatával



Változáselemzés esetén fontosak azok a területek, amelyek a változékonyságvértékelés szempontjából stabilak. A változékonny területeken nehezebb pontos változást regisztrálni, illetve veszélyesebb lehet egy folyamat, ha az állandóbb jelenségeket is veszélyeztet (12.8. ábra).

12.8. ábra - A változás térbelisége a változékonyság ismeretében (Kovács 2011)



2.2. 12.2.2. Vegetáció változékonyságának vizsgálata

Az USGS LPDAAC adatbázisból ingyenes letölthetők a MODIS 16 napos EVI index kompozitképek (lásd. 8. fejezet). Nagy területre, nagy időfelbontásban, közepes térbeli részletességgel vizsgálhatjuk a vegetáció dinamikáját.

A felvétel letöltése, majd a letöltött .hdf formátum geoTIFF-be történő átalakítása után előkészítjük a felvételt (12.9. ábra – animáció). A vizsgálat három időtartam (16 napos időszak) adatai alapján készült a 2006. évben:

05.09-05.24., 06.10-06.25., 07.12-07.27, de ezt a módszert alkalmazva természetesen tetszőlegesen bővíthető, például az év nyári felévére.

12.9. ábra - A MODIS kompozit mentése és előkészítése - ANIMÁCIÓ



Az animáció az alábbi linkre kattintva indul.

Az UTM vetületből EOVS vetületbe történő transzformáció után a vektoros, shp formátumú – MÉTA honlapról letölthető – kistájhatár foltunkat ERDAS AOI formátumba mentjük és kivágjuk a felvételtől (12.10. ábra – animáció).

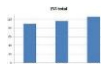
12.10. ábra - A mintaterület kistájak kivágása - ANIMÁCIÓ



Az animáció az alábbi linkre kattintva indul.

A mintaterületre leszűkített képen az egész területre megadott EVI statisztika alapján számíthatunk medián átlaggal, illetve a biomassza-terméket jellemző EVI összeg értékekkel is, melyekből grafikonon ábrázolhatjuk a vegetációs változékonyságot (12.11. ábra – animáció).

12.11. ábra - Kistájak mintaterület vegetációs jellemzése EVI alapján - ANIMÁCIÓ



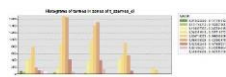
Az animáció az alábbi linkre kattintva indul.

3. 12.3. Térbeli kapcsolatok elemzése ArcGIS-ben

A rendkívül összetett táj, környezet tényezőinek összevetésével a bonyolult rendszerek működését, folyamatait ábrázolhatjuk. A problémák feltárásában, modellezésében kulcsfontosságú lehet a különböző környezeti tényezők közötti kölcsönkapcsolatok feltárása. A gyakorlati példa a precíziós mezőgazdaságban alkalmazható. Nagy méretarányban vizsgáljuk meg egy mezőgazdasági tábla terméshozam- és talaj paraméterei, valamint domborzata közötti kapcsolatot két példán keresztül.

A pontszerűen felmért terméshozam- és talajparaméterek összehasonlítására a két adatot az ArcGIS Spatial Analyst modulban interpoláljuk (Spline interpoláció). A létrehozott talaj szervesanyag-tartalom GRID modellt reklasszifikálva zónákat alkotunk és ezen zónákra vonatkozóan vizsgáljuk meg a terméshozam értékeket gyakorisági görbével, átlagértékkel (12.12. ábra – animációk). A mezőgazdaság számára hasznos lehet a kapcsolat jellege, mert ha a statisztikai értékek szerint a szervesanyag-mennyisége egyértelműen befolyásolja a terméshozamot, akkor adott területre a művelést megtervezhetjük. Példa elemzésünk nem mutat egyértelmű kapcsolatot a két paraméter között.

12.12. ábra - Talaj szervesanyag-tartalom és terméshozam kapcsolata - 2 DB ANIMÁCIÓ

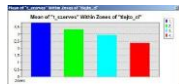


Az animáció az alábbi linkre kattintva indul.

Az animáció az alábbi linkre kattintva indul.

A talaj szervesanyag-tartalmát összevethetjük a domborzati paraméterekkel. A kész domborzatmodell alapján számított lejtőkategória tartományok megmutatják az erózióveszélyes felszínek anyagveszteségét (12.13. ábra – animációk).

12.13. ábra - Lejtőszög és szervesanyag-tartalom kapcsolata - 2 DB ANIMÁCIÓ



Az animáció az alábbi linkre kattintva indul.

Az animáció az alábbi linkre kattintva indul.

4. Tesztfeladatok

1. Melyik nem adatminőségi paraméter?

- a, geometriai pontosság
- b, digitális adat mérete
- c, légifelvételen lévő út hossza

2. Helyettesítse be a hiányzó szót! A metaadat az adatról.

- a, megjegyzés
- b, adat
- c, beszámoló

3. Helyettesítse be a hiányzó szót! Alapadatok esetében a minőséget támogathatjuk.

- a, törvényekkel
- b, szabványokkal
- c, rendeletekkel

4. Melyik modell előnyösebb az adatgyűjtés időigényessége, a térbeli elemzések lehetőségei, az adott területre eső adatmennyiség, valamint az adatszerkezet egyszerűsége szempontjából?

- a, raszter modell
- b, vektor modell
- c, raszter és vektor modell

5. Mikor beszélhetünk általánosságban változásról egy-egy paraméter vizsgálatakor?

- a, ha az aktuális érték egy évvel ezelőtti más érték volt
- b, ha a folyamatosan változó értékek miatt a valószínűségi eloszlás határai megváltoznak
- c, ha egy évtizedes vizsgálatban a paraméter nem nyeri vissza az eredeti értékét.

6. Mit jelent az időbeli analógia módszere?

- a, felszíni elemek nagy időfelbontású regionális, lokális vizsgálata
- b, a felszíni elemek minél hosszabb időtartamú vizsgálata

c, olyan évek vizsgálata, amelyek értékei illeszkednek az éghajlati forgatókönyvben adott értékekhez

7. Melyik műholdkép alapján végezne regionális vegetációs monitoringot?

- a, SPOT
- b, MODIS
- c, GeoEye

8. Mely tényezők kapcsolatát elemezné, egy alföldi precíziós mezőgazdasági alkalmazás esetén?

- a, terméshozam és domborzati magasság között
- b, lejtő kitettsége és a felszíni vízminőség között
- c, lejtőszög és talaj szervesanyag-tartalma között

9. A pontszerűen felmért talajparamétereket a térbeli elemzéshez interpolálni kell.

- a, a mondat igaz
- b, a mondat hamis
- c, a talajparamétereket az elemzésekhez mindig interpolálni kell

10. A magyarországi elemzések alapvetületi rendszere az EOVI, más vetületi rendszer használatát semmilyen szabvány sem támogatja

- a, a mondat hamis
- b, a mondat igaz
- c, a mondat első fele igaz.

A tesztfeladatok megoldása a következő oldalon az Irodalomjegyzék végén található.

5. Irodalomjegyzék

ArcView Spatial Analyst, User Guide. ESRI p.147.

Kovács, F. 2011. Természetvédelmi terület hidrogeográfiai változásvizsgálata térinformatikai alapokon rövid és hosszú időtartamok összehasonlításával. Tájékológiai Lapok 9.évf. 2.sz, pp.301-320.

Nováky, B. 2003. Éghajlat és víz: bizonyosságok és bizonytalanságok. Vízügyi Közlemények LXXXV.évf., 4.füzet. pp.536-546.

Winkler, P. 2001. A távérzékelés térképészeti alkalmazásai - Lehetőségek a XXI. század küszöbén. Természet Világa 132.évf. II. Különszám, Világűr, pp.9-12.

Wong, D.W.S.; Lee, J. 2005. Statistical Analysis of Geographic Information with ArcView GIS and ArcGIS. Wiley, New Jersey. p.441.

Tesztfeladat megoldások: 1:c; 2:b; 3:b; 4:a; 5: b; 6:c; 7:b; 8:c; 9:a; 10:c.

13. fejezet - Környezeti objektumok rekonstrukciója (Rábay A.)

A környezeti elemzések során sokszor az aktuális állapotok mellett a múltbeli adatokra is szükségünk lehet ahhoz, hogy átfogó képet kapjunk egy területről, annak kialakulásáról, változásáról, fejlődési lehetőségeiről. Ezek az adatok származhatnak analóg vagy digitális forrásból is. Utóbbiak egy része az analóg anyagok digitalizált változata, de a '70-es évektől egyre több eleve digitális formában készült tartalom is rendelkezésünkre áll. A múltira vonatkozó információk nem csak térképek lehetnek, hanem térbeli felosztáson alapuló, táblázatszerű adatbázisok, vagy akár elbeszélő jellegű leírások is, melyek sokszor az egyértelmű térbeli megfeleltetés hiányában fenntartással kezelendők, a régmúlt elemzésében, névjajzi egyeztetésekben, térbeli objektumok kvantitatív jellemzésében azonban hasznosak lehetnek. Napjaink legfontosabb adatforrásainak pedig a távérzékelés és légifelvételzés során létrehozott adatbázisok számítanak, mivel mind geometriai, mind időfelbontásban kiváló alapot szolgáltatnak a környezeti változások vizsgálatához.

alapfogalmak: méretarány, felbontás, digitalizálás

kulcsfogalmak: történeti térképek, objektumrekonstrukció

1. 13.1. Idősorok használata

Egy környezeti objektum vagy a rá jellemző területhasználat változását legjobban idősorokon keresztül tudjuk elemezni (13.1. ábra - videó). Ehhez olyan adatokra van szükség, melyek ugyanazt a területet, ugyanazon szempontok alapján, eltérő időpontokban ábrázolják, jellemzik (NAGYVÁRADY 2000). Az idősorok elemzése már lezajlott vagy jelenleg is zajló folyamatok megértését és modellezését teszi lehetővé. A módszerre gyakori példa, hogy erre alkalmas GIS szoftverben minden rendelkezésre álló időpont egy önálló réteget kap, a változások vizsgálata pedig a rétegek összevetéséből áll. A rétegek között geometriai és attribútum alapú különbségek mutathatók ki. Előbbi kvantitatív jellegű (pl. beépített terület nagyságának változása), utóbbi lehet kvantitatív (pl. talajvastagság értéke) és kvalitatív is (pl. felszínborítás típusa). Az egyszerű összevetést azonban gyakran akadályozza az a tény, hogy a vizsgált területről nem állnak rendelkezésre azonos szempontok alapján, azonos eljárással készült adatsorok, így eltérő források együttes elemzésére van szükség. Hasonló módon több forrásból származó idősorokkal dolgozunk akkor is, ha a terület komplex elemzését kívánjuk elvégezni, nemcsak a különálló térképek, adatbázisok által reprezentált tulajdonságok alapján, pl. település városrészeinek minősítése társadalmi igények szerint (Lovász 1982, Erdősi 1987, Elekes 2008, Gyenizse 2009).

13.1. ábra - Grönland jégtakarójának változása idősorok geoinformatikai elemzésével - VIDEÓ



A videó az alábbi linkre kattintva indul.

2. 13.2. Problémák az archív adatok használata során

Az egymástól időben eltérő térképezések, adatbázis-építések formailag és tartalmilag csak nagyon előrelátó tervezéssel standardizálhatók. Erre ma már nagy hangsúlyt fektetnek, de a technológiai fejlődés miatt sokszor még napjainkban is jelentős változások lehetnek egy idősor tagjai között (pl. felbontás). A történeti adatsorok esetében pedig a nemzetközi szabványok hiánya, valamint a gyorsan változó igények és technikai feltételek miatt ilyen egységesítésről eleve nehezen beszélhetünk. Az archív források használata során tehát feltétlenül tisztában kell lenni az adat keletkezésének körülményeivel, metodikájával, pontosságával, megbízhatóságával és egyéb technikai paramétereivel. Leggyakrabban felmerülő problémák történeti adatok használata során:

- **Vetület.** A II. katonai felmérés (1829-1866) óta tucatnál is több vetületben készültek térképek hazánk területéről. A különböző vetületek jellemzően egy-egy korhoz köthetők, így nagyobb időintervallumot átfogó idősorok elemzésekor nagy valószínűséggel csak eltérő vetületű térképek állnak rendelkezésre. Bár a vetületek közti transzformációt a geoinformatikai szoftverek többsége képes kezelni, fontos megemlíteni, hogy a kevésbé

ismert hazai vetületekre nem rendelkeznek beépített transzformáló függvénnyel, azok geometriai számításait kézzel kell paraméterezni. Valamint az sem elhanyagolható tény, hogy sok vetület között az átszámítás nem végezhető el zárt matematikai műveletekkel, tehát csak adott pontosságú közelítéssel oldható meg a transzformáció (Völgyesi 2006).

- **Georeferálás.** Az archív adatok jelentős része analóg formában érhető el, általában térképszelvény formájában. A digitalizálást követően tehát georeferálás útján el kell helyezni a térben. A georeferálás pontossága nagymértékben függ attól, hogy az archív térképen mennyire pontosan került elhelyezésre az ismert koordinátájú objektum, illetve milyen sűrűn található rajta biztosan azonosítható pont. Problémát okozhat a vetületi és geodéziai alap nélküli térképrendszerek (pl. I. katonai felmérés) illesztése is.

- **Méretarány.** A különböző analóg archív források méretaránya is gyakran különbözik, a rajtuk szereplő tartalom tehát más mértékű generalizáláson esett át. Emiatt eltérő méretarányú térképeket használva csak nagyon körültekintően szabad geometriai jellegű megállapításokat (pl. terület, vonalvezetés, határok) tenni. Könnyen előfordulhat, hogy egyazon munkán belül használunk 1:28800 és 1:25000 méretarányú térképeket a II. és III. katonai felmérésből, valamint 1:10000 méretarányú topográfiai térképet a közelmúltból. Fontos megemlíteni, hogy a méretarányból nem következtethetünk egyértelműen a részletességre. Például az I. és II. katonai felmérés is 1:28800 méretarányban készült el, utóbbi mégis pontosabb, részletesebb lett.

- **Felbontás.** Napjainkban az archív adatok nem kizárólag analóg formában érhetők el (pl. távérzékelés), közülük elég sok már eleve digitális formában jött létre, vagy jellegéből adódóan digitalizálása során nagy szerepet kapott az alkalmazott technika (pl. scanner) felbontása. Utóbbira jó példa a korábbi légifelvételek digitalizálása. Az analóg források méretarányához hasonlóan a digitális adatok felbontása is alapvetően meghatározza az információ pontosságát, térbeli helyességét, így az azonos területre eltérő felbontású alapanyagokból levezetett attribútumok (pl. terület, jelleg) között jelentős különbségeket lehet felfedezni.

Példa: Általánosságban elmondható, hogy a technológiai fejlődésnek köszönhetően egyre nagyobb felbontású adatok állnak rendelkezésre. A Föld felszínének nagy hányadára elérhető, 2000-ben megjelent SRTM domborzatmodell felbontása az USA-n kívül 90 méter. A 2009-ben bemutatott ASTER GDEM modell már 30 méteres felbontást kínált a Föld 99%-ára. A nagyobb felbontásnak köszönhetően precízebb modellek készíthetők olyan területeken, ahol a domborzat döntő hatással van az adott jelenségre, pl. lefolyási modelleknél (Czigány et al. 2009).

A CLC (CORINE Land Cover) felszínborítási adatbázis 2000-es változatánál még 25 hektár volt a legkisebb térképezhető folt mérete, a 2006-os verziónál ez az érték 5 hektárra csökkent, tehát jelentősen nőtt a felbontása. Ebből adódik, hogy azonos mintaterületen a 2000-re és 2006-ra vonatkozó adatok összevetése akkor is eltérést mutathat, ha valójában a terület felszínborítása nem változott. Emiatt az adatokat gondozó Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) honlapjáról letölthetők az ún. változásfájlok, melyek csak a felszínborítási változásokat tartalmazzák a két felmérés között, figyelembe véve a felbontás különbségéből adódó eltéréseket.

A légifelvételek terén is hasonló eltérések tapasztalhatók, a FÖMI-től 2 méter/pixeltől egészen 0.5 méter/pixel felbontásig érhető el ortofotók hazánk területéről, az elmúlt évtizedre vonatkoztatva (13.2. és 13.3. ábra).

13.2. ábra - 2 m/px felbontású ortofotó (forrás: FÖMI)



13.3. ábra - 0,5 m/px felbontású ortofotó (forrás: FÖMI)



- **Osztályozás, jelkulcs.** Az azonos céllal készült, de korban eltérő adatbázisokra jellemző, a térbeli objektumokat eltérő módon osztályozták, emiatt más a jelkulcs is. Ehhez hasonlóan léteznek adatbázisok, melyek tartalma között van átfedés, de mivel rendeltetésük alapvetően más volt, így a közös tartalom eltérő osztályokba lett sorolva. Szemléletes példa a Kreybig-féle Átnézetes Talajismereti Térképsorozat és a CORINE Land Cover felszínborítási adatbázis. A Kreybig-féle térképek tartalmazznak a felszínborításra vonatkozó adatokat is, de közel sem olyan részletességgel és árnyalt felosztással, mint a direkt erre a célra ehozott CLC adatbázis. A Kreybig-féle forrás viszont olyan korból szolgál információkkal, melyről a CLC rendszer nem rendelkezik adattal. A területhasználát változásának idősoros vizsgálatához tehát megfelelő alap lehet.

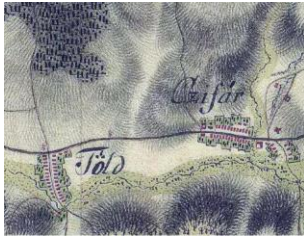
- **Felmérés metódusa.** Fontos tisztában lenni a felhasználni kívánt archív forrás készítésének körülményeivel, adatainak megbízhatóságával. Enélkül ugyanis könnyen abba a hibába eshetünk, hogy pusztán a számszerűsíthető paraméterek (pl. készítés éve, méretarány vagy felbontás stb.) alapján ítéljük meg az adatbázist. Különböző hazai és nemzetközi kutatások igazolják, hogy az eltérő felmérési módszer miatt bizonyos esetekben a régebbi, kisebb felbontású források pontosabbak, mint az újabbak. Jó példa erre az SRTM és a GDEM között megfigyelhető kapcsolat (helyenként az SRTM kisebb felbontása ellenére pontosabb), vagy említhető a hazai 1:10000 méretarányú topográfiai térképekről nyerhető szintvonal-adatbázis és az SRTM vagy GDEM modellből származtatott szintvonal-adatbázis között megfigyelhető jelentős különbség. Utóbbi abból ered, hogy a távérzékeléses úton gyűjtött adatok a klasszikus geodéziai módszerrel szemben nem a valós domborzatot, hanem a domborzat felszínborítással együtt megnövelt magasságát tartalmazzák, ez épített környezet vagy erdős terület esetén szembetűnő eltéréshez vezet.

3. 13.3. Gyakran használt archív környezeti adatforrások

- I. katonai felmérés. Mária Terézia 1764-ben rendelte el az Osztrák Birodalom összes tagországának, így Magyarországnak is a felmérését, a térképezés 1788-ig zajlott. A modern hadviselés szempontjából szükséges volt egy egységes térképrendszer, ami a birodalom teljes területét lefedi. A felmérést a Vezérkar illetve a Hadmérnöki Kar tisztjei vezették. Összesen 3245 kéziratos felmérési szelvényből állt, a Magyar Királyság területét 965 szelvény ábrázolta, egy szelvény mérete 63 x 42 cm volt. A hazai felmérés 1780 és 1784 között zajlott le. A térképezés során nem volt összefüggő, egységes eljárás, ezért a különböző országokról és tartományokról készült térképek minőségükben, sőt tartalmukban is különböznek. Nem volt egységes jelkulcs, a jeleket a látványból vezették le. A szelvényekhez kapcsolódott egy ún. országleírás, mely szövegesen formában tartalmazott olyan információkat, melyeket a térképen körülményes lett volna ábrázolni, pl. erődök, kastélyok, kaszárnyák védelméhez szükséges erők, maximális befogadó képesség stb.

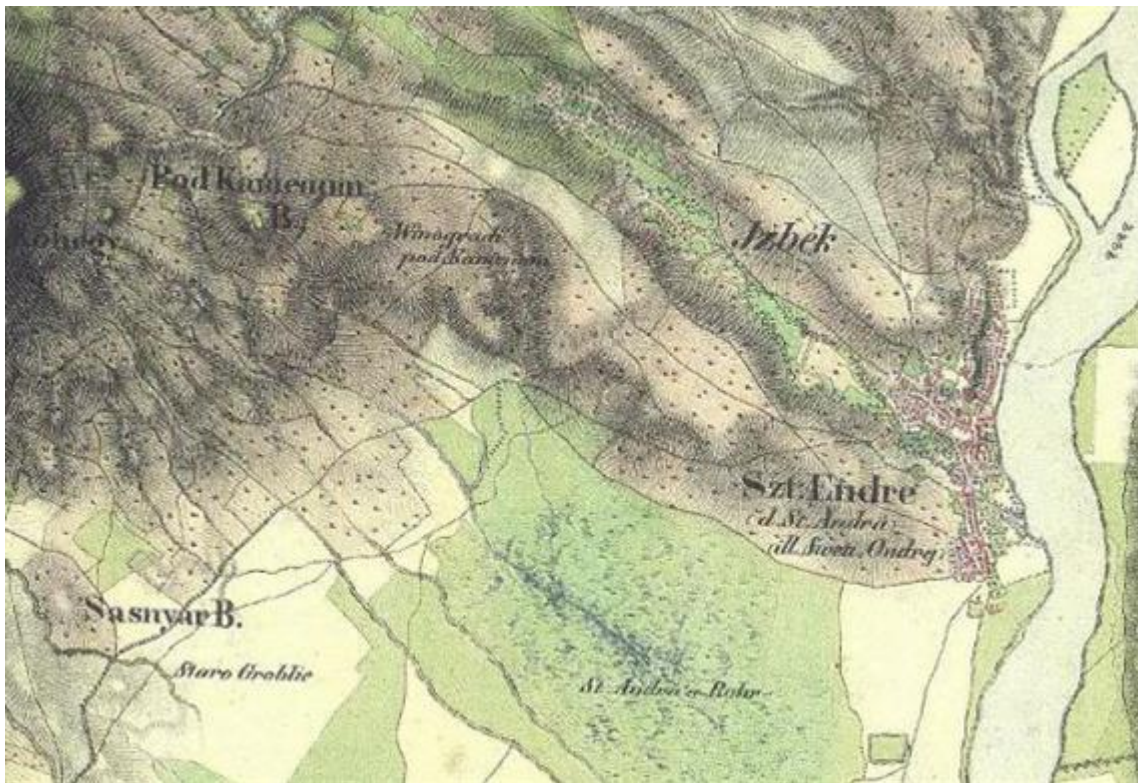
A térkép vetületi rendszer nélküli, nem rendelkezett alapponthálózattal, emiatt a szelvények csatlakoztatásakor jelentős, akár 100 méteres nagyságrendű hibák figyelhetők meg. A térkép méretaránya 1:28800. A munka során magassági méréseket nem végeztek, a térképek nem tartalmaznak magassági adatot. A domborzat ábrázolását lendületcsíkozással oldották meg. A kellő megalapozottság hiányában nem sikerült egységes térképet létrehozni a birodalom teljes területéről, így I. Ferenc új felmérést rendelt el 1806-ban (13.4. ábra).

13.4. ábra - Részlet az I. katonai felmérés térképéről



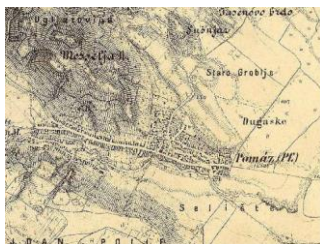
- **II. katonai felmérés.** Az I. katonai felmérés a geodézia fejlődésével egyértelműen elavulttá vált, új felmérésre volt szükség. A munkát 1806 és 1869 között végezték, de nem sikerült befejezni. Magyarország területéről 1077 térképszelvény készült el 1829 és 1866 között. A méretarány továbbra is 1:28800 volt, de a térképek részletesebbek és pontosabbak voltak az I. katonai felmérésnél. A II. katonai felmérés elvileg Cassini-Soldner vetületű, de a különféle torzítások miatt nem pontosan az, így a szakirodalom egy része vetületnélküli rendszernek nevezi. Ebből adódóan a szelvények illesztésénél hibák jelentkeznek. Magassági méréseket végeztek ugyan, de magassági főlappontot nem állandósítottak, erre csak 1875-ben került sor. A domborzat megjelenítéséhez Lehmann-féle csíkozást használtak. A II. katonai felmérés hasznos lehet környezeti objektumok geoinformatikai rekonstrukciója során (13.5. ábra).

13.5. ábra - Részlet az II. katonai felmérés térképéről



- **III. katonai felmérés.** Háromszögelési hálózat kialakítását kezdték meg a birodalomban 1860-tól, számításához a Bessel-ellipszoidot használták. Ez biztosította a geodéziai alapot a III. katonai felméréshez, mely hazánk területén 1872 és 1884 között zajlott. A térképezéshez poliéder vetületet alkalmaztak, a síkok a szelvények középpontjában érintették az ellipszoidot, szelvényenként három alappont állt rendelkezésre a mérésekhez. A magasságmérés alapjául az Adriai-tenger 1875-ös középvízszintjét határozták meg. A domborzat ábrázolásához a hegyvidéki területeken megjelentek a szintvonalak, 20 méteres alapszintközzel. A bécsi ölről áttértek a méter-rendszerre, emiatt a méretarány a ma is megszokott 1:25000 lett, a magyar területeket pedig 1353 szelvény fedte le, egy szelvény mérete 76 x 55 cm volt, . 1896-ban elrendelték a IV. felmérést, de ez az I. világháború kitörése miatt félbeszakadt, hazánk területét nem is érintette. A III. katonai felmérés jelentőségét az is bizonyítja, hogy térképei egészen az 1950-es évekig használatban voltak (13.6. ábra).

13.6. ábra - Részlet az III. katonai felmérés térképéről



- **Kreybig-féle Átnézetes Talajismereti Térképezés.** A Kreybig Lajos által 1934-ben kezdeményezett és vezetett átnézetes talajtani térképezés volt az első és a mai napig egyetlen országos szintű, nagyléptékű helyszíni talajtani-, és laboratóriumi vizsgálatokon alapuló felvételezés (Lóczy 2002). A 2. világháború alatt a szelvények egy része megsemmisült, pótlásuk 1951-ig tartott.

A felvételezések az 1:25000 méretarányú topográfiai térképekre alapozva, azokkal szelvényhatárosan történtek. Feltáró fúrásokat alkalmaztak a felvételezéshez. A térképeken a talajtani és földhasználati viszonyok együttesen kerültek ábrázolásra. A földhasználati viszonyok egyszerűsített formában lettek megadva, az alábbi kategóriákra osztva:

- művelt területek (szántó, gyümölcsös, rét-legelő)
- időszakosan vízállásos, vízjárta területek
- erdők
- tavak, nádasok, folyóvizek
- települések

A talaj kémiai tulajdonságait színekkel, a fizikai talajtulajdonságait pedig felületkitöltő mintázattal ábrázolták. A szelvényeken az adott folttra vonatkozó talajvízmélységet és tápanyagtökhét kódszámokkal jelölték. Az erre épülő Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszert (DKTIR) az MTA Talajtani és Agrokémiai Intézetében fejlesztették ki, az adatbázis folyamatosan frissül és bővül (13.7. ábra).

13.7. ábra - Részlet a Kreybig-féle Átnézetes Talajismereti Térképből (forrás: MTA ATK TAKI)



4. 13.4. Objektumrekonstrukció

Az alábbi esettanulmány Lóczy Dénes munkája alapján mutatja be, hogyan segíti az archív és naprakész adatok együttes elemzése a Kapos-folyó szabályozások előtti futásának meghatározását (Lóczy 2002).

A rekonstrukcióhoz az alábbi források kerültek felhasználásra:

1:10.000-es ortofotó (2005) – Sok helyen látszik a korábbi meder (medrek), meanderek nyoma (13.8. ábra).

13.8. ábra - Ortofotó részlet



2. II. katonai felmérés térképlapjai – Kaposvártól nyugatra ezeken a lapokon még nincs szabályozva a folyó, így innen digitalizálható a futása (13.9. ábra).

13.9. ábra - Részlet az II. katonai felmérés térképéről



3. 1:10.000-es topográfiai térkép – a szintvonalak megmutatják a legmélyebb területeket és sokszor „csatornaszerűen futva” jelzik az egykori medret (13.10. ábra).

13.10. ábra - Részlet az 1:10.000 méretarányú topológiai térképről



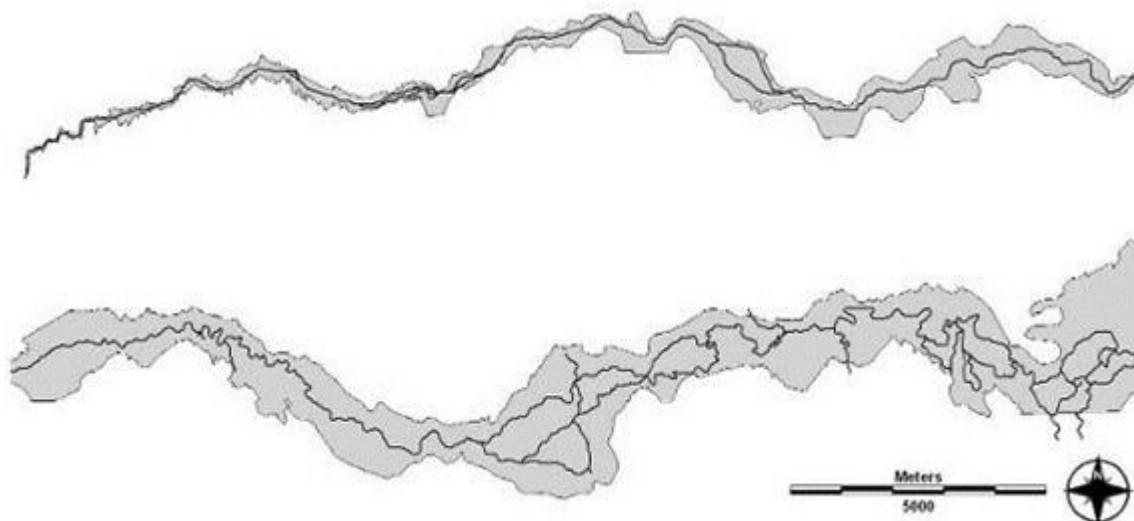
4. I. katonai felmérés térképlapjai – Csak vizuális összehasonlításra használható, olyan kérdések eldöntésében, mint például: hány ága volt a folyónak? A völgy északi, vagy déli részén folyt (13.11. ábra)?

13.11. ábra - Részlet az I. katonai felmérés térképéről



A 13.12. ábra mutatja a rekonstruált nyomvonalat.

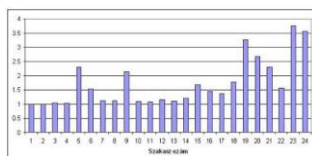
13.12. ábra - A rekonstruált nyomvonal



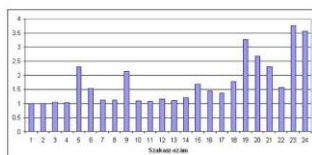
5. 13.5. A csatorna és a régi nyomvonal összehasonlítása

A mai medren, illetve csatornán 2 km-es szakaszok kerültek felmérésre, összesen 24 db a forrás és Dombóvár között. Ezen szakaszokon az alábbi módon alakul a szabályozások előtti, rekonstruált meder hossza (13.13. és 13.14. ábra).

13.13. ábra - A szabályozás előtti, rekonstruált meder szakaszainak hossza



13.14. ábra - Eredeti hossz (rekonstruált) / csatorna hossz (2km)



6. Tesztfeladatok

1. Mire használhatók idősorok?

- a, időjárás modellezése
- b, geoinformatikai modellek futtatásának automatizálására
- c, területhasználat változásának elemzésére

2. Lehet-e eltérő vetületi rendszerű adatokat egy elemzésen belül használni?

- a, csak ha ismerjük a méretarányt

- b, ha az alkalmazott GIS szoftver kezeli a kérdéses vetületeket
- c, nem lehet

3. Lehet-e a méretarányból a térkép részletességére következtetni?

- a, minden esetben
- b, általában igen
- c, soha

4. Felszínborítás változásának elemzésekor számít-e a felhasznált felszínborítási modell felbontása?

- a, igen, mert a felbontás meghatározza a legkisebb térképezett folt méretét
- b, nem, mert csak a osztályozás részletessége számít
- c, nem, mert csak egyféle felbontásban készülnek felszínborítási modellek

5. Meghatározható-e a felszínborítás változása közvetlenül a 2000-es és 2006-os CLC felszínborítási modellek összehasonlításával?

- a, igen, mert a két réteg közti különbség egyértelműen definiálja a kvalitatív és kvantitatív változásokat
- b, nem, mert 2006-ban nem készült CLC adatbázis
- c, nem, mert a két felszínborítási modell eltérő felbontással készült

6. Miben mérhető az ortofotók felbontása?

- a, méter/pixel
- b, dpi
- c, km²

7. A klasszikus geodéziai módszerrel és a távérzékeléssel generált domborzatmodell mindig ugyanazt az értéket adja?

- a, igen, mert domborzatmodellt csak egy módon lehet generálni
- b, nem, mert a távérzékelésen alapuló domborzatmodell mindig pontosabb lesz
- c, nem, mert a távérzékelésen alapuló modelleknél a felszínborítás függvényében torzulhat a kapott eredmény

8. Mit tartalmazott az I. katonai felméréshez tartozó országleírás?

- a, a felmérésben résztvevő országok nevét
- b, a térképen szereplő összes település nevét
- c, a térképen körülményesen ábrázolható szöveges információkat

9. Milyen méretarányban készültek a II. katonai felmérés szelvényei?

- a, 1:25000
- b, 1:28800
- c, 1:10000

10. Milyen méretarányban készültek a III. katonai felmérés szelvényei?

a, 1:25000

b, 1:28800

c, 1:10000

11. Melyik intézet fejlesztette ki a Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszert?

a, FÖMI

b, MTA TAKI

c, MTA SZTAKI

A megoldások a következő oldalon az Irodalomjegyzék végén található.

7. Irodalomjegyzék

Czigány, Sz.; Pirkhoffer, E.; Geresdi, I. 2009. Environmental impacts of flash floods in Hungary. In: Samuels, P. et al. (Eds.): Flood Risk Management: Research and Practice. Taylor and Francis, London, pp.1439–1447.

Elekes, T. 2008. A földrajzi tényezők szerepe a településfejlődésben. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, 160 p.

Erdősi, F. 1987. A társadalom hatása a felszínre, a vizekre és az éghajlatra a Mecsek tágabb környezetében. Akadémiai Kiadó, Budapest 227 p.

Gyenizse, P. 2009. Geoinformatikai vizsgálatok Pécsen. Pécs településfejlődésére ható természeti és társadalmi hatások vizsgálata geoinformatikai módszerekkel. Geographia Pannonica Nova 7, Publikon Kiadó, Pécs, 110 p.

Lóczy, D. 2002. Tájéértékelés, földértékelés. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, 307 p.

Lovász, Gy. 1982. A természeti környezet szerepe a városépítésben. Településfejlesztés, 3-4. füzet, pp. 17-26.

Nagyvárad, L. 2000. Change of physical environment on example Transdanubian settlement in Hungary. In: Burghardt, W.; Dornauf, C. (Ed.): First International Conference on Soils of Urban, Industrial, Traffic and Mining Areas. Essen, Germany, pp. 83-89.

Völgyesi, L. 2006. Vetületi átszámítások Ausztria és Magyarország között. Geodézia és Kartográfia 58 (12), pp. 10-19.

Tesztfeladat megoldások: 1:c; 2:b; 3:b;4:a; 5:c; 6:a; 7:c; 8:c; 9:b; 10:a; 11:b.

14. fejezet - Környezeti informatika alkalmazása a tájértékelésnél és a területi tervezésnél (Lóki J.)

A fejezet első részében a **tájértékelés**, a másodikban a **területi tervezés** informatikai alkalmazásaival foglalkozunk térinformatikai szoftver gyakorlati segédlettel.

alapfogalmak: tájökológia, tájmetria, természetvédelmi törvény, területfejlesztési törvény,

kulcsfogalmak: területi tervezés, felszínfedettség, ArcGIS

1. 14.1.Bevezetés

A fejlettebb országokban már évtizedekkel ezelőtt nagy gondot fordítottak a természeti értékek védelmére. A jól lehatárolt nemzeti parkok és a természetvédelmi területek értékeinek megőrzésére szabályokat dolgoztak ki. E területeken kívüli tájak védelmével sokáig nem foglalkoztak. Hazánkban **az 1996. évi LIII. törvény elsősorban a természet védelméről szól, de a hatálya már a tájak védelmére is kiterjed** (tájvédelmi körzetek). Ezt követően a 2007. évi CXI. törvény már tartalmazza az „Európai Tájjegyzmény”-hez való csatlakozásunkat.

A gyakorlati tájvédelmet több évtizedes kutatás előzte meg. A geográfiában a tájak kutatása több évtizedre tekint vissza. Kezdetben elsősorban a különböző tájak (hegységi, dombosági, alföldi) geomorfológiai jellemzésére törekedtek, majd megjelentek a kvantitatív eredmények (lejtőkategória, kitettség, stb.), illetve az összefüggések vizsgálata is. Hazánkban a tájökológia kutatások a 80-as évek elején kezdődtek, amelynek fokozatosan alakult ki a módszertana. A tájak kiértékelését a térképek, légifelvételek, majd az űrfelvételek interpretálásával nyert adatok segítségével végezték. **Az adatok feldolgozása, a tájmetriai mutatók alkalmazása jelentősen felgyorsult a személyi számítógépek és a GIS szoftverek elterjedésével.**

Hazánkban a területi tervezés különböző szintjeivel (országos, régiók, megyék, kistérségek, települések, stb.) találkozunk. A területi tervezésnél a területfejlesztéssel és a területrendezéssel foglalkozó törvényeket figyelembe kell venni. A rendszerváltás után **az 1996. évi XXI. törvény rendelkezett a területfejlesztésről és területrendezésről, amelyet a 2012. január 1-én életbe lépett 2011. évi CXCVIII. törvény módosított.** Ez egyebek mellett előírja, hogy „a tervek rajzi munkarészeit az egységes országos vetületi (EOV) rendszerben, számítástechnikai úton, térinformatikai rendszerben kell elkészíteni.” Ennek megfelelően a tervezéseknél a GIS módszereket minden szinten alkalmazni kell.

A kutatások területén a gazdasági és társadalmi folyamatok értékelésénél az elmúlt két évtizedben már kidolgozásra került a GIS módszertana, így számos jól képzett szakember ezt hasznosítani tudja a különböző szintű tervek elkészítésénél (Detrekői Á.-Szabó Gy. 1995).

2. 14.2.Tájértékelés GIS módszerekkel

A tájértékelés módszerének kiválasztásánál egyrészt figyelembe kell venni, hogy milyen adatok állnak rendelkezésre, másrészt pedig azt, hogy az értékelés milyen céllal készül, mire terjedjen ki.

Az adatbázisunk lehet raszteres (légi- és űrfelvételek, térképek), illetve vektoros (pont, vonal, poligon). **A raszteres állományok használata nagyon gyakori a tájökológiai vizsgálatoknál**, de a tájmetriai mutatók meghatározását a felbontás jelentősen befolyásolja. **A vektoros adatbázis készülhet terepi felméréssel, vagy raszteres állományok digitalizálásával.** A digitalizálás pontosságánál szintén meghatározó a raszteres állomány felbontása.

A vizsgálatoknál nagyon fontos a táj szerkezeti elemzése, amelynél meg szoktak különböztetni elsődleges, másodlagos és harmadlagos szerkezetet. Az elsődlegest a természeti adottságok, a másodlagost a természeti adottságokra épülő tájhasználat és a harmadlagost a tervezési, politikai döntések határozzák meg. **A tájszerkezeti elemzéseknél nagyon fontosak a tájmetriai elemzések, amelynek az alapegységei a foltok, folyosók és mátrixok.** Ezeknek a tájelemeknek a jellemzőit, a vizsgált tájra vonatkozó indexeit határozzuk meg geoinformatikai módszerekkel.

A tájértékeléshez raszteres, vektoros, vagy hibrid szoftvereket használunk. A hibrid szoftverek előnye, hogy egyaránt alkalmasak a raszteres és vektoros adatok feldolgozására.

2.1. 14.2.1. Adatgyűjtési lehetőségek tájértékeléshez

A tájértékelési vizsgálatoknál figyelembe vesszük hazánk tájainak rendszertani felosztását. Elkészült Magyarország 1:1.000.000 léptékű földrajzi tájbeosztásának térinformatikai alapállománya, EOVS koordináta-rendszer szerint, ArcView shape formátumban (shp, shx, dbf). Ez a vektoros állomány letölthető a <http://www.novenyeterkep.hu> honlapról. ArcGIS szoftverben megjelenítve tartalmazza a kistájak határait (14.1. ábra) és az attribútum táblázatában (14.2. ábra) az egyes poligonok fontosabb adatait. Megjelent második kiadásban (Szerk.: Dövényi Z. 2010) „Magyarország kistájainak katasztere”, amely az egyes kistájak leírását tartalmazza.

14.1. ábra - Magyarország tájbeosztása

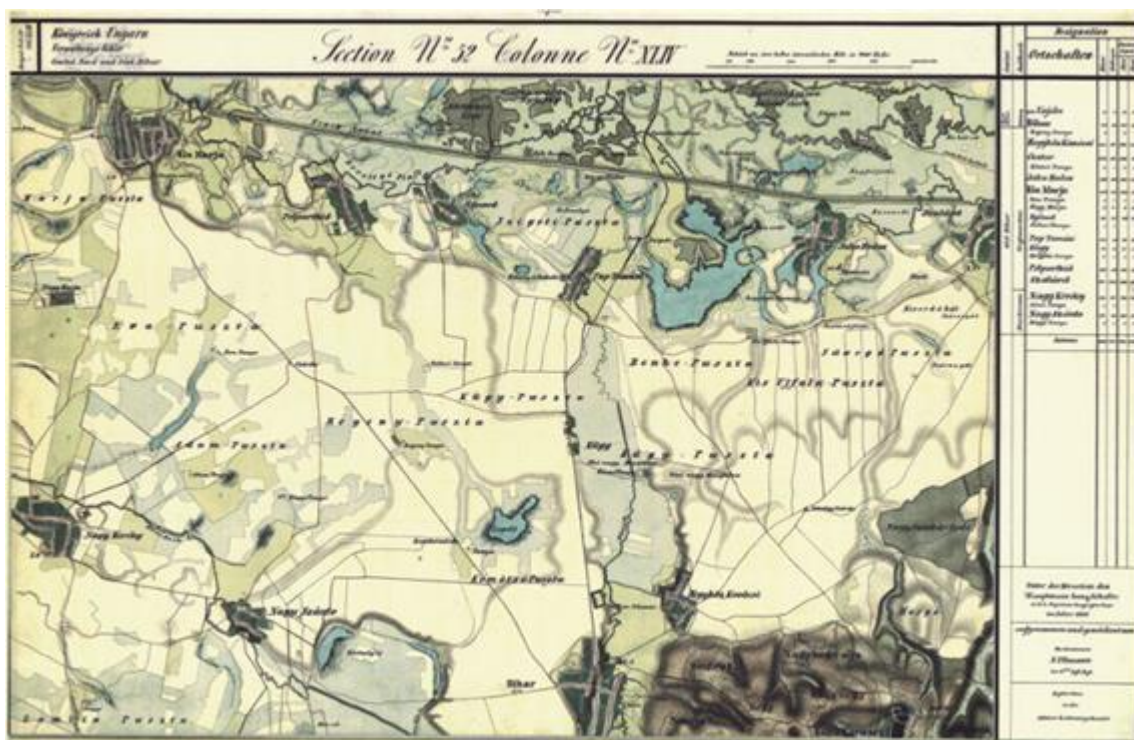


14.2. ábra - Részlet a tájbeosztás térinformatikai adatbázisából

FID	Shape	KOD TA	ID	AREA	NEV	AREA KA
0	Polygo	3.1.23	0	231419510,766	PINKA-SIK	200
1	Polygo	3.1.22	1	176114178,019	VAS-HEGY EGY KOSZEGHEGYALJ	150
2	Polygo	3.2.14	2	407873429,496	RABAI TERASZOS SIK	450
3	Polygo	1.12.13	3	344166695,125	BERETTYO-KALLO KOZE	400
4	Polygo	1.12.14	4	184833313,023	ERMELLEKI LOSZOS HAT	150
5	Polygo	1.10.14	5	1215763800,58	DEL-NYIRSEG	1200
6	Polygo	6.5.11	6	115381591,758	BUKK-FENNSIK	115
7	Polygo	6.5.13	7	326719718,834	DELI-BUKK	335
8	Polygo	6.2.11	8	46046297,829	KOZPONTI-BORZSONY	60
9	Polygo	3.1.21	9	58040712,919	KOSZEGI-HEGYSEG	50
10	Polygo	3.1.11	10	53949751,465	SOPRONI-HEGYSEG	50
11	Polygo	3.1.13	11	56330737,911	SOPRONI-MEDENCE	50
12	Polygo	3.1.12	12	66811816,073	FERTOMELLEKI-DOMBSAG	50
13	Polygo	2.1.21	13	143367913,912	FERTO-MEDENCE	150
14	Polygo	3.2.11	14	153960030,777	IKVA-SIK	150
15	Polygo	2.1.22	15	449889553,708	HANSAG	450

A tájértékeléshez használt különböző időpontban készült térképek lehetőséget nyújtanak a tájváltozás kimutatásánál. Az Osztrák-Magyar Monarchia katonai felvételeinek EOVS vetületbe transzformált térképei (14.3. ábra) az Arcanum Kiadótól DVD-n megvásárolhatók. A topográfiai térképek nyomtatott, illetve digitális formátumban a FÖMI-től beszerezhetők.

14.3. ábra - Részlet a II. Katonai felvétel térképlapjáról



Az ország területéről az elmúlt fél évszázadban többször készültek légifelvételek, illetve az utóbbi időben ortofotók is. A jó minőségű felvételek (14.4. ábra) jól használhatók a tájértékelésnél. Ezek is beszerezhetők a FÖMI-től.

14.4. ábra - A Velencei-tó légifelvétele



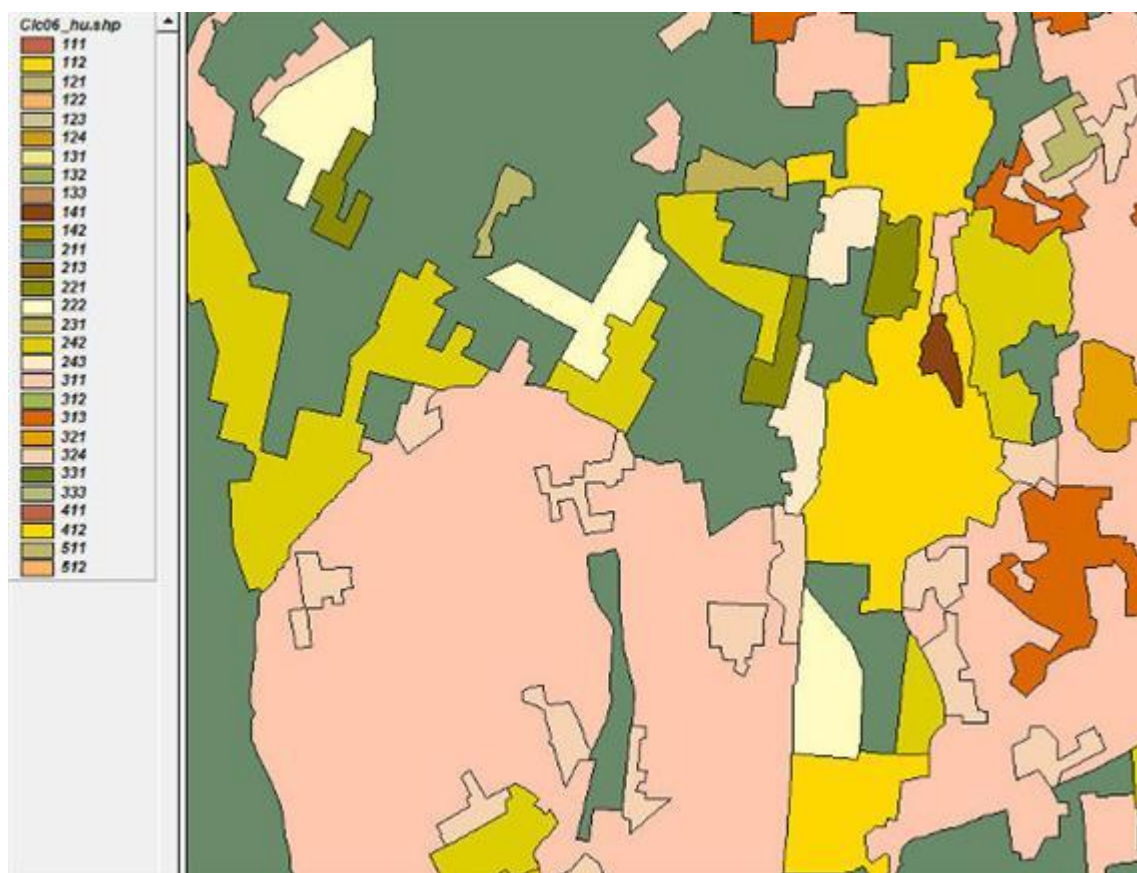
Az erőforráskutató mesterséges holdak 1972-től készítenek felvételeket a Föld felszínéről. Az űrfelvételek felbontó képessége az elmúlt évtizedekben sokat javult, napjainkban már beszerezhetők < 1m pontosságúak is. Az űrfelvételek egy része (pl. LANDSAT 1990, 2000) az internetről ingyenesen letölthető, de a többségük a szolgáltatóktól megrendelhető. A tájértékelésnél a Google Föld felvételeit (14.5. ábra) is felhasználhatjuk.

14.5. ábra - A Google Föld műholdfelvételének a részlete (Debrecentől ÉNy-ra)



A tájértékelésnél használhatunk kész adatbázisokat is. Ilyen a **CORINE** (Coordination of Information on the Environment) program, amelynek a célja a kvantitatív, megbízható és összehasonlítható felszínborítási információ biztosítása az EU területére. A 44 tematikus osztályt tartalmazó CLC (Corine Land Cover) felbontása 25 ha volt a foltokat tekintve, illetve 100 m szélesség a vonalas objektumoknál. A CLC2000-es felmérésen a felbontóképesség 5 ha-ra csökkent. Hazánk területére elkészült a CLC06-HU (CORINE Land Cover 2006-Magyarország) adatbázis. A tematikus eredmények teljesen szabadon felhasználhatók, amennyiben a forrásra vonatkozó hivatkozást feltüntetjük. Letölthető az internet <http://www.kvvm.hu> honlapjáról. Az adatbázis részletét szemlélteti a 14.6. ábra.

14.6. ábra - A CLC06-HU részlete



Hazánk kistájainak növényzeti adatbázisa is elkészült és letölthető a <http://www.novenyzetiterkep.hu> honlapról.

A kisebb területre vonatkozó tájértékelésnél, ha a fentieknél jobb felbontást szeretnénk elérni, akkor terepi műszeres (pl. GPS) felméréssel előállíthatunk adatbázist. GIS szoftverek alkalmazásával az adatbázis feldolgozható.

2.2. 14.2.2. Példák -megoldások

2.2.1. 14.2.2.1. 1. példa

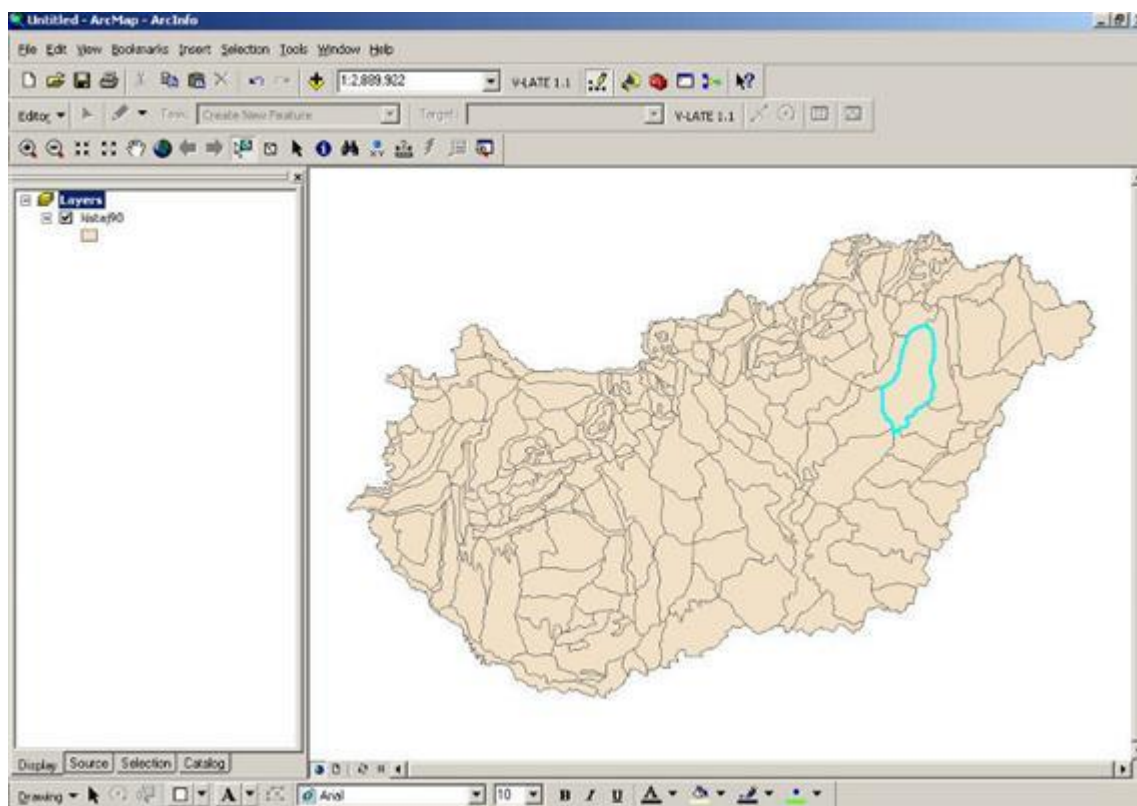
Készítsük el a Hortobágy kistáj felszínborításának változását a CORINE adatbázis felhasználásával! A feladat megoldását ArcGIS szoftver alkalmazásával végezzük el!

A feladat megoldásának a főbb lépései az alábbiak:

- töltsük le a fentebb megnevezett honlapról a hazai kistájak (kistáj90) térképét és a CORINE Land Cover (g100_90.zip, g100_90.zip, g100_90.zip) adatbázisokat az Európai Unió European Environmental Agency honlapról, majd a tömörített fájlokat csomagoljuk ki.

- Az ArcMap szoftverben nyissuk meg hazánk kistájainak a térképét. Rendeljük hozzá az EOVS vetületi rendszert, majd szerkesztő módban válasszuk ki a Hortobágy területét. Az így kiválasztott területet exportálva kapjuk a Hortobágy kistáj térképét (14.7. ábra és animáció).

14.7. ábra - Magyarország kistájai a Hortobágy kijelölésével + ANIMÁCIÓ



Az animáció az alábbi linkre kattintva érhető el. - Adatkezelés, mintaterület kijelölése ArcGIS programmal.

- Az Insert/Data Frame választása után nyissuk meg a három időpontra elkészült CORINE adatbázist, majd a fentebb elkészült Hortobágy térképet is másoljuk ide. Ezt követően az EOVS vetületben lévő Hortobágy térképet a CORINE vetületi rendszerébe transzformáljuk. Ekkor az Európa területére elkészült CORINE térképen megjelenik a Hortobágy fedvény (14.8. ábra - animáció).

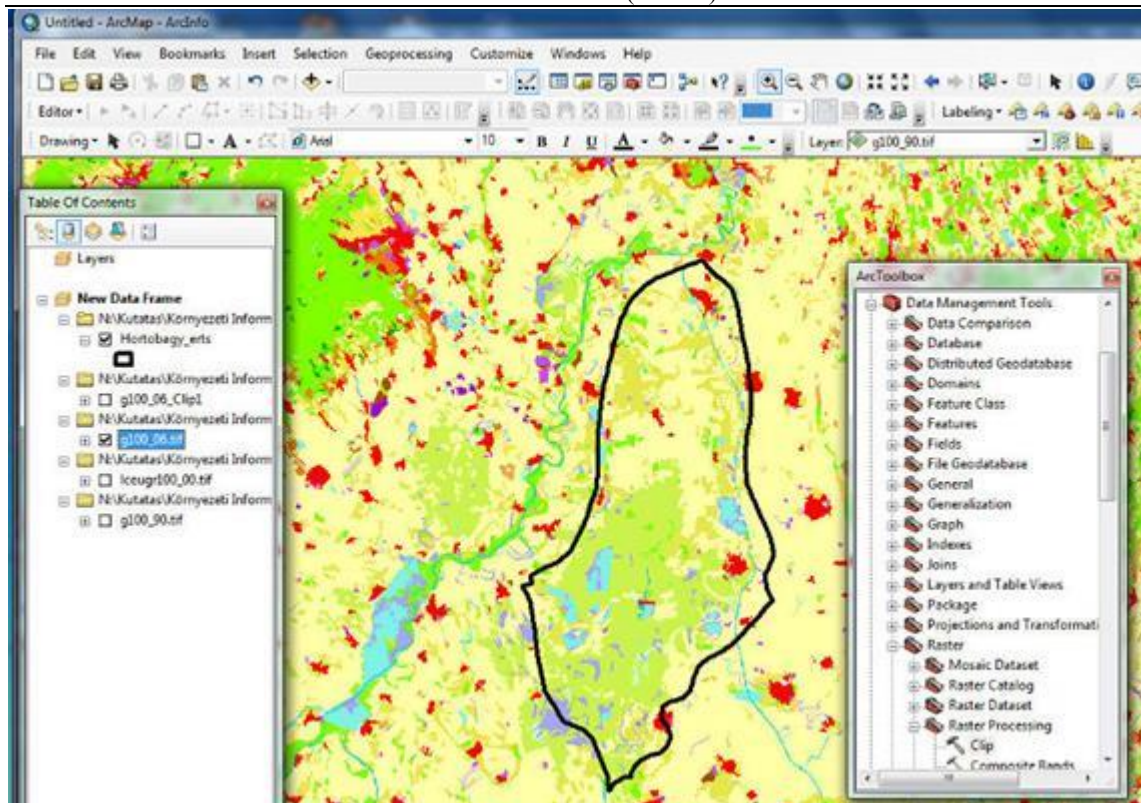
14.8. ábra - A Hortobágy CORINE térképen történő megjelenítése - ANIMÁCIÓ



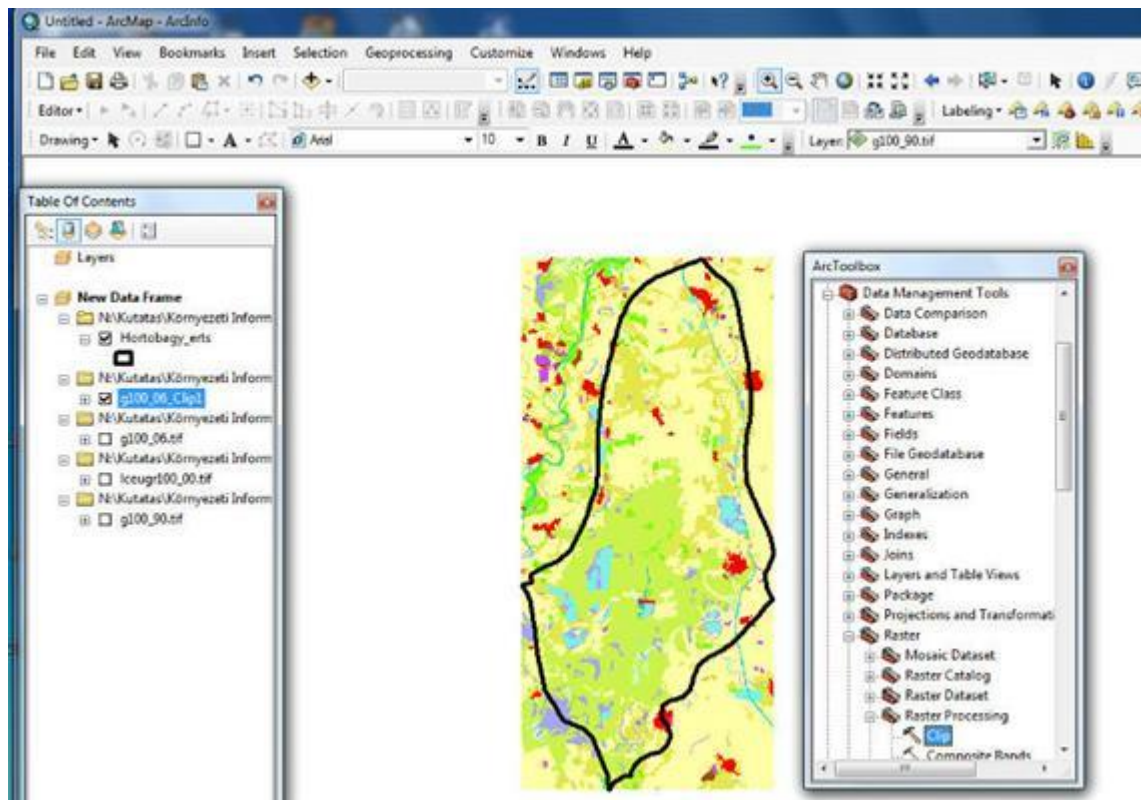
Az animáció az alábbi linkre kattintva érhető el.

- A Hortobágy fedvénnyel a Raster/Clip menüpontban az Európa térképből (14.9. ábra) kivágjuk a választott területet (14.10. ábra és animáció). Mivel a kivágással a Hortobágnál nagyobb téglalap alakú területet kapunk, ezért a Hortobágy fedvény és a hazai CORINE kódok (14.11. ábra és animáció) felhasználásával egy újraosztályozást (Spatial Analyst Tools/reclass/reclassify) végzünk. Így a Hortobágy területére (14.12. ábra) kapjuk meg az egyes kódok pixelértékeit.

14.9. ábra - A CORINE 2006 részlete a Hortobágy fedvénnyel



14.10. ábra - A CORINE 2006 kivágott részlete + ANIMÁCIÓ



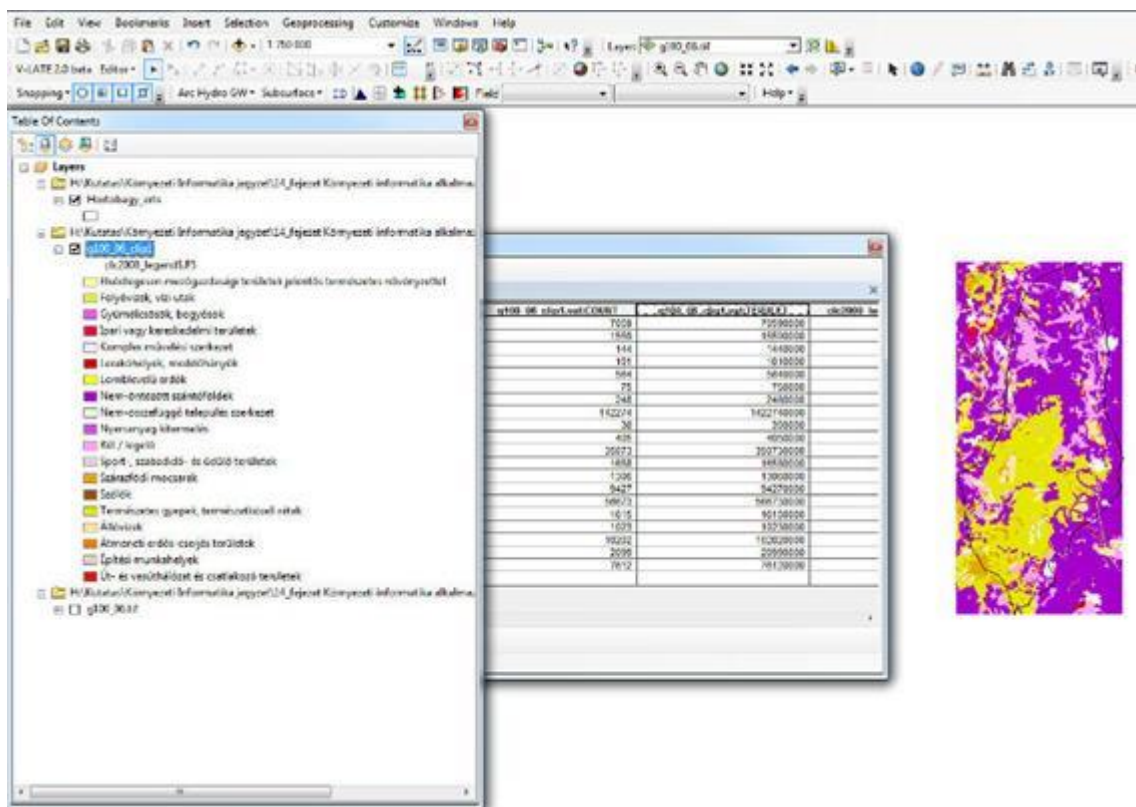
Az animáció az alábbi linkre kattintva érhető el. - A mintaterület CORINE térképének készítése ArcGIS programban.

14.11. ábra - Magyarország területén előforduló CORINE kódok és megnevezésük + ANIMÁCIÓ

Kód	Megnevezés	Kód	Megnevezés
111	Összetett települési terület	231	Régi legelő
112	Nem összetett települési terület	241	Egyesült kulturális és történelmi védelem
121	Ipari vagy kereskedelmi terület	242	Komplex művelési terület
122	Út- és vasútvonalak és csatlakozó területek	243	Élelmezési ökológiai terület, jelenleg természetvédelmi terület
123	Út- és vasútvonalak és csatlakozó területek	244	Művelési-területi terület
124	Régi legelő	311	Lombföldi erdő
131	Nyírszegi kiterjedés	312	Tölgyes erdő
132	Lombföldi erdő (szőlőterület)	313	Vöröserdő
141	Városi zöldterület	321	Természetes gyepek, természetvédelmi terület
142	Sport-, szabadidő- és rekreációs terület	322	Árnyékolt erdői csapadék terület
211	Nem-összetett szántóföld	333	Régi növényzet
212	Állandóan öntözött terület	411	Szántóföldi mezei
213	Régi föld	412	Tölgylevelű
221	Szőlő	511	Felülváltó, víz út
222	Gyümölcsösök, boglárkák	512	Állások

Az animáció az alábbi linkre kattintva érhető el. - Területhasználati statisztika számítása ArcGIS programban.

14.12. ábra - Az újraosztályozás után a Hortobágy felszínborítása és területi értékei



2.2.2. 14.2.2.2. 2. példa

A CORINE 2006 vektoros adatbázis (CLC06-HU) felhasználásával határozzuk meg a Nyírség fontosabb tájmetriai paramétereit! A CORINE adatbázis a FÖMI honlapjáról, a kistájétkép pedig a fentebb már megnevezett MÉTA honlapról letölthető térítésmentesen.

A feladat megoldásának a főbb lépései az alábbiak:

- Az ArcGIS szoftverben megnyitjuk a vektoros kistájétképet EOV vetületi rendszerben. Szerkesztő módban kijelöljük a Nyírség részeit és exportáljuk külön rétegbe (14.13.ábra - animáció).

14.13. ábra - Nyírség részeinek exportálása - ANIMÁCIÓ



Az animáció az alábbi linkre kattintva érhető el.

- Megnyitjuk a CLC-HU adatbázist, majd a Geoprocessig/Clip választásával az országos adatbázisból kivágjuk a Nyírség területére eső részt (14.14. ábra - animációk).

14.14. ábra - Geoprocessig/Clip használata - 2 db ANIMÁCIÓ

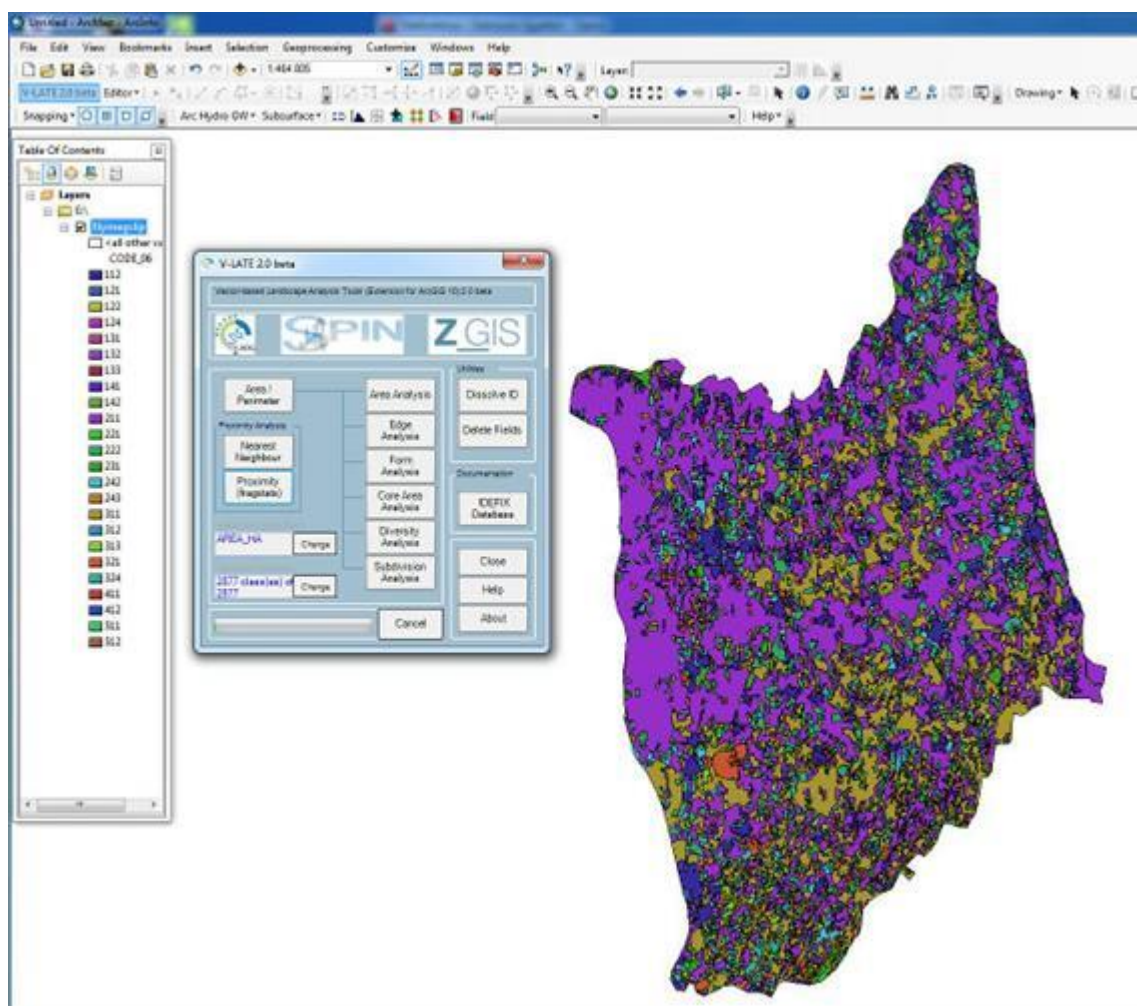


Az animáció az alábbi linkre kattintva érhető el.

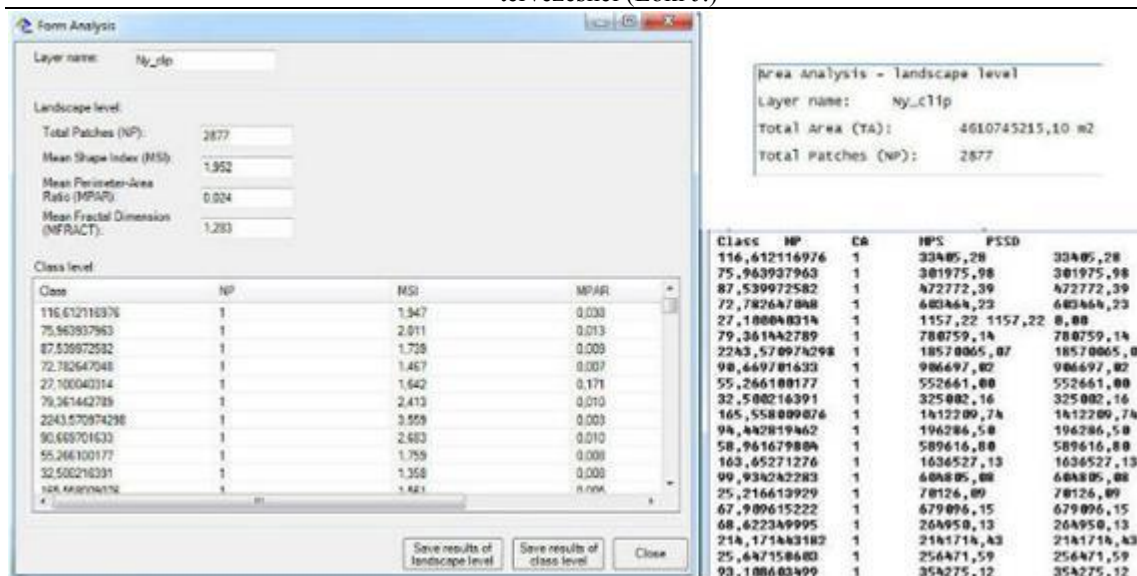
Az animáció az alábbi linkre kattintva érhető el.

- Töltjük le a V-LATE (Vector-based Landscape Analysis Tools Extension) kiterjesztést a honlapról és installáljuk. A menüben rákattintva megjelenik a párbeszédablak (14.15. ábra), amelyben az egyes gombokat választva a tájmetriai paraméterek kiszámíthatók. Az így nyert adatok (14.16. ábra) felhasználásával tájmetriai elemzést végezhetünk (Szabó 2009).

14.15. ábra - A V-LATE párbeszédablaka a Nyírség felszínborítási térképével



14.16. ábra - Részlet a Nyírség tájmetriai adatbázisából



3. 14.3. Területi tervezés GIS módszerekkel

A területi tervezés témakörébe elsősorban a területfejlesztéssel és területrendezéssel összefüggő kérdések tartoznak, amelyekkel a kis települési önkormányzati szinttől az országos szintig egyaránt foglalkoznak. Mindegyik esetben a terület változásáról, illetve a tervezett változtatásról döntenek, illetve megvizsgálják a területen végbemenő változások hatásait (hatástanulmányok). **A múlt, jelen és jövő összehasonlító elemzéséhez az adott időszak térképei és adatbázisai nyújtanak segítséget.** A GIS módszerek lehetőséget nyújtanak a digitális vektortérképek és a vizsgált területek adatainak összekapcsolására, majd ezt követően a különböző típusú lekérdezésekre, elemzésekre, amelyek eredményei jól hasznosíthatók a területi tervezés során. **A területi tervezésben a rendezési tervek térképei (szerkezeti és szabályozási tervek) sem képzelhetők el ma már GIS nélkül.** A digitális formátum előnyeit nem kell bizonygatni a hagyományos, papír alapú térképekkel szemben (Tózsza I. 2001, 2007).

A GIS módszerek jól alkalmazhatók a döntéshozókészítő fázisban, amikor a rendszernek kérdéseket lehet feltenni, amelyekre térképi információt ad válaszul (pl. Hol található a bizonyos szempontból legkedvezőbb, vagy legkedvezőtlenebb területek?). Az ilyen intelligens GIS rendszereket nemcsak a területi tervezés, hanem a regionális környezetgazdálkodás (pl. környezetvédelem, katasztrófaelhárítás, természetvédelem, árvízvédelem) is hasznosíthatja. A környezeti állapot értékelése nagyon fontos a területi tervezésben (Kertész Á. 1997).

A GIS módszerekkel előállíthatók olyan interaktív térképek is, amelyekről az állampolgárok közvetlenül információt kapnak (pl. a belterület fejlesztési tervéről).

3.1. 14.3.1. Adatgyűjtési lehetőségek területi tervezéshez

A területi tervezésnél is lehetőség van raszteres és vektoros állományok felhasználására. A települések rendezési tervének készítésénél (pl. a beépítettség meghatározásánál), az engedély nélküli építmények felderítésénél, stb. jól használhatók a légi- és űrfelvételek (14.17. ábra).

14.17. ábra - Település részlete űrfelvételen



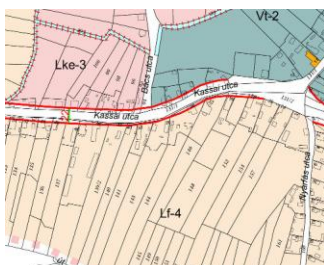
A légi- és űrfelvételek többsége vásárlással szerezhető be (pl. a FÖMI-től). A korábbi időpontban (1990, 2000) készült Landsat felvételek az internetről letölthetők. Azokon a területeken, ahol jó felbontó képességűek a Google Föld felvételei viszonylag frissebb, használható űrfelvételekhez juthatunk.

A területi tervezésnél nélkülözhetetlenek a térképek. A különböző időpontban készült térképek felhasználásával a terület változása jól kimutatható (pl. területhasználati térképek, művelésági megoszlások, stb.). A térképek többsége még papír alapú – ezeket célszerű beszkennelni a szoftveres feldolgozás céljából.

A raszteres állományok digitalizálásával vektoros térképeket állíthatunk elő. Az EOVS vetületi rendszerbe illesztéssel lehetőség van mérési lehetőségre. A hazai területekről vektoros térképállományok (pl. OTAB, DTA-50, stb.) vásárolhatók. Néhány vektoros térképreteg az internetről is letölthető.

A település szintű tervezésnél, a térinformatikai rendszer kidolgozásánál olyan földmérési alaptérkép szükséges, amely a telkek azonosítóját (helyrajzi számát – hrsz.) is tartalmazza (14.18. ábra). Ezek a vektortérképek pontokat (pl. tűzcsapok), vonalakat (pl. közművezetékek), és poligonokat (pl. telkek, házak, utcák) tartalmaznak. Ilyen térképek a Megyei Földhivataloktól vásárolhatók papír alapú térképek, vagy digitális formátumban.

14.18. ábra - Földmérési alaptérkép részlete (a képen az utcanév, a házszám, hrsz. és a lakóterületek jelzései láthatók)



A hazai települések önkormányzatainál olyan digitális térképek is vannak, amelyek nem térinformatikai szoftverben (pl. AutoCAD, ITR, stb.) készültek. Ezek ebben a formában térinformatikai feldolgozásra nem alkalmasak.

A területi tervezésnél nélkülözhetetlenek az adatok. Ezek közül a korábbiak nyomtatott formátumban található az önkormányzatoknál, vagy a különböző szervezeteknél. A személyi számítógépek elterjedésével a

digitális állományok (dokumentumok, táblázatok) kerültek elmentésre valamilyen adathordozón. Ha hosszabb időszorra van szükségünk, akkor a rendelkezésre álló állományokból kell adatbázist építenünk (pl. megyei és országos statisztikai kiadványokból). A számítógépes hálózatnak köszönhető, hogy sok adat már a különböző honlapokról (pl. <http://www.ksh.hu/> , <https://teir.vati.hu/>, stb.).

3.2. 14.3.2. Példák – megoldások

3.2.1. 14.3.2.1. 1. példa

A Közép-Nyírség településeinek területváltozása a II. Katonai felvétel, a II. világháborús térképek és a 10 000-es térképek alapján.

A feladat megoldásának a főbb lépései az alábbiak:

- Az ArcMap szoftverben nyissuk meg hazánk kistájainak a térképét. Rendeljük hozzá az EOVS vetületi rendszert, majd szerkesztő módban válasszuk ki a Közép-Nyírség területét. Az így kiválasztott területet exportálva kapjuk a Közép-Nyírség kistáj térképét (14.19. ábra - animáció).

14.19. ábra - Közép-Nyírség kistáj térképe - ANIMÁCIÓ



Az animáció az alábbi linkre kattintva érhető el.

- Az ARCANUM kiadványaiból válasszuk ki a georeferált II. Katonai Felvétel és a „Magyarország topográfiai térképei a második világháború időszakából” DVD-ket, majd a választott területünk térképeit exportáljuk EOVS vetületben.
- Az ArcMap-ben hozzunk létre layereket a három időpont térképeinek a digitalizálásához, majd digitalizáljuk a települések határait poligonként. Az attribútum táblázatban adjuk meg a települések területét (14.20. ábra - animáció).

14.20. ábra - Layerek az ArcMap-ben - ANIMÁCIÓ



Az animáció az alábbi linkre kattintva érhető el..

- Az így kapott adatbázissal lehetőség adódik a választott területen lévő települések területváltozásának a kimutatására.

3.2.2. 14.3.2.2. 2. példa

A vízrajz változása a Nyírségben az ármentesítések hatására. A feladat megoldásához használjuk a <http://kozold.hu> honlapról letölthető ármentesítések előtti állapotot szemléltető „pocsolyatérképet”, a megvásárolható DTA 50 000-es megvásárolható digitális (vektoros) térképet, továbbá az ArcGIS és ERDAS szoftvereket.

A megoldás főbb lépései a következők:

- Az ArcGIS szoftverben jelenítsük meg a DTA térképi adatbázisból a patakok és csatornák réteget, és a Nyírség területét. (A Nyírség tájhatárát a fentebbi feladatban a kistáj-határos térképből létrehoztuk.)
- A Nyírség területével vágjuk ki az országos térképből a területre eső patakokat és csatornákat, majd ezt követően a két réteget egyesítsük egy réteggé.
- A „pocsolyatérképet” a korábban tanultak alapján illesszük EOVS vetületi rendszerbe.
- Az ERDAS szoftverben jelenítsük meg az EOVS vetületi rendszerbe illesztett raszteres térképet, majd ezt követően a Nyírség EOVS vetületű vektoros térképét.

- A Nyírség kiválasztása után az Nyirseg.shp-t mentjük el AOI-ként.
- A DataPrep/Subset Image menüpont választása után megjelenő párbeszédablakot megfelelően kitöltve vághatjuk ki az ország térképéből a Nyírség területét.
- Most megnyitjuk raszteres réteggként a Nyírség területét szemléltető ármentesítések előtti térképet, majd vektoros réteggként a patakokat, csatornákat tartalmazó réteget. A kapott képen jól látható a Nyírség vízrajzának a változása.

A fenti lépéseket a mellékelt animáció (14.21. ábra - animáció) szemlélteti.

14.21. ábra - Az ármentesítések előtti állapotot szemléltető „pocsolyatérkép” - ANIMÁCIÓ

■

Az animáció az alábbi linkre kattintva érhető el.

4. Tesztfeladatok

1. Melyik évben jelent meg az a törvény, amely már tartalmazza az „Európai Tájjegyzmény”hez való csatlakozásunkat?

- a: 1990
- b: 1997
- c: 2007
- d: 2010

2. Melyik tekinthető kvantitatív geomorfológiai értéknek?

- a: lejtő
- b: lejtőkategória
- c: középhegység
- d: parabolabucka

3. A tájszerkezet lehet:

- a: bonyolult
- b: összetett
- c: elsődleges
- d: egyszerű

4. A tájmetria alapegységei közé tartozik

- a: szántó
- b: erdő
- c: folt
- d: mezővédő erdősáv

5. A területfejlesztéssel foglalkozó törvényben a tervrajzokra előírt vetületi rendszer hazánkban:

a: sztereografikus

b: Gauss-Krüger

c: EOVS

d: UTM

6. Melyik a vektoros adatbázis az alábbiak közül?

a: CLC-100

b: kistájterkép (ESRI formátumban)

c: CLC-2000

d: pocsolyatérkép

7. Az ArcGIS melyik kiterjesztése alkalmas tájmetriai elemzésre?

a: stereo analyst

b: 3D analyst

c: Hidro-tools

d: V-LATE

8. A szabadon felhasználható CORINE adatbázisok közül melyik vektoros?

a: CLC-50

b: CLC-100

c: CORINE-2006

d: CORINE-2000

9. Melyik a vektoros digitális adatbázis grafikus eleme?

a: háromszög

b: négyszög

c: kör

d: pont

10. Mit jelentenek a CORINE kódok?

a: különböző felszínborítást

b: a tájak jellemzői

c: minőségi kategóriákat

d: a tájelemek számát

A megoldások a következő oldalon az Irodalomjegyzék végén találhatók.

5. Irodalomjegyzék

Czira, T. 2007. A területfejlesztési tervezést támogató területi környezeti értékelés elméleti kérdései és módszertana Magyarországon. PhD értekezés Budapest p. 149.

Detrekői, Á.; Szabó, Gy. 1995. Bevezetés a térinformatikába. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó.

Kertész, Á. 1997. A térinformatika alkalmazásai. Budapest, Holnap Kiadó.

Szabó, Sz. 2009. Tájmetriai mérőszámok alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata a tájanalízisben. Habilitációs értekezés. Debrecen. p.107.

Tózsza, I. 2001. A térinformatika alkalmazása a természeti és humán erőforrás-gazdálkodásban, AULA Kiadó, Budapest, 189 p.

Tózsza, I. 2007. Települési térinformatika, E-Government Alapítvány, Budapest, 213 p.

Zsigó, K. 2009. A táji metrikák, tájstruktúra elemzés és tájértékelés geoinformatikai módszerei Diplomamunka. Debrecen. p. 147.

Internet hivatkozások (utolsó letöltés 2014.03.24.)

http://downloads.cloudmade.com/europe/eastern_europe/hungary#downloads_breadcrumbs

<http://e-government.tsoft.hu/digitalcity/documentsWithFullMenu.jsp?dom=BAAFLTFY&dok=AAABBKXC&fmn=BA AFLTGI&prt=BAAFLTGE&men=AAABAWGW>

<http://kozold.hu/ckfinder/userfiles/images/pocsolyatérkép.jpg>

<http://landscape.geo.klte.hu/Kozos/geoinf/>

<http://statinfo.ksh.hu/Statinfo/themeSelector.jsp?&lang=hu>

<http://www.diva-gis.org/gdata>

<http://www.eea.europa.eu/>, <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-clc1990-100-m-version-12-2009>,
<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-2000-raster>,
<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-2006-raster>

http://www.fomi.hu/corine/clc100_index.html, http://www.fomi.hu/corine/clc2000_index.html,
http://www.fomi.hu/corine/clc2006_index.html

<http://www.geo.u-szeged.hu/~joe/fotogrammetria/GeoInfo/index.htm>

<http://www.ksh.hu/>

<http://www.novenyzetiterkep.hu/magyar/node/407>

A tesztkérdések megoldása: 1:c; 2:b; 3:c; 4:c; 5:c; 6:b; 7:d; 8:c; 9:d; 10:a.

15. fejezet - Alkalmazott környezeti információs rendszerek (Kovács F.)

alfogalmak: adatbázis, információs rendszer

kulcsfogalmak: környezeti információs rendszerek, OKIR, TeIR, GMES, INSPIRE

A korszerű **környezetvédelem egyik lényeges alapelve az integrált megközelítés**; a környezeti elemek terhelését és szennyezését minden környezeti elemre egységesen kell vizsgálni. Komplex folyamatok, összetett problémák **értékeléséhez megfelelő interdiszciplináris jellegű módszertan szükséges**. Nem véletlen, hogy a térinformatika előnyei leginkább ezeken a területeken mutatkoznak meg.

A környezeti információs rendszer térinformatikai támogatással működik és képesnek kell lennie a környezeti állapot és a használat figyelemmel kísérésére. **Környezeti információ** alatt a környezeti elemeknek és magának a környezetnek az állapotát, a környezethasználat, –terhelés és –szennyezés mértékét, a környezetvédelmi tevékenységeket és intézkedéseket, az emberi egészség és biztonság állapotát értjük. Így segítheti a gyakorlati tervezést és tudományos ismereteket is nyújt. Természetesen ezt megbízható, pontos, validált adatszolgáltatással érhetjük el.

A térinformatikai **rendszerek felfoghatók környezeti adatbázisra támaszkodó GIS alkalmazásokként** is, amelyek egy környezeti probléma megoldására a különböző tényezőkre vonatkozó adatokat használják fel a vizsgálathoz, akár több dimenzióban téve mindezt, szem előtt tartva a változások megfigyelését. Fő feladatai a földrajzi helyhez kötődő adatgyűjtés, -kezelés, -elemzés valamint megjelenítés. Ilyen lehet pl. egy terepi és fotogrammetriai felméréseken alapuló növényzeti térképezés, egy talajtani, talajvíz, illetve domborzati adatokkal dolgozó talajszennyeződés-vizsgálat, vagy egy összetett optimális területhasználati tervezés.

Miben tudnak többet a környezeti információs rendszerek? Az információk korszerű, integrált és hatékony kezelését, felhasználását, karbantartását, publikálását valósítják meg. Az ellenőrzött adatokkal történő feltöltés mellett kapcsolható legyen az alapadatokat szolgáltató rendszerekhez (pl. földnyilvántartás) és össze is tudja kapcsolni a különböző típusú adatokat, adatbázisokat. Sokoldalú lekérdezést kell biztosítani térben és időben. A tájékoztatási kötelezettség teljesítése mellett támogatni kell a lakossági bejelentések fogadását is (pl. illegális hulladéklerakók, parlagfűvel fertőzött területek). A megosztás biztosítása elősegíti a fenntarthatóságot (15.1. ábra).

15.1. ábra - Törökbálint környezeti információs weboldala (forrás: <http://terkep.torokbalint.hu/>)



A különböző feladatok megoldását segítő információs rendszerek különböző szerkezetet, adatokat igényelnek. Vagyis az általában megszokott **országos, regionális, illetve helyi léptékű rendszerek méretarányainak különbségén kívül az attribútum adatok felépítésében is találunk eltéréseket**. Ezeket a paramétereket az

információs rendszer célja is meghatározza. Ezért nem is találhatunk mindenre jó GIS-t. Rendszerünk a korábbi fejezetekben tárgyalt, tájalkotó tényezőkre vonatkozó adatokat, adatbázisokat felhasználva építhető fel. Fontos szempont az adatintegritás, meg kell teremteni a szakrendszerek közötti átjárhatóságot. Ez például közös törzsadat-nyilvántartással és inter-, illetve intranet kapcsolattal megvalósítható. A 80-as évektől kezdődően már működnek on-line elérhetőségű környezeti információs adatbázisok, míg napjainkban az adatszolgáltatás sokszor közvetlenül a weben történik.

Az 1990-es években jelennek meg a vállalati környezetinformációs rendszerek, mert az EU elkezdte szabályozni az ökológiai vállalatirányítási és auditálási rendszerét. Ez az EMAS előírás megkívánta a vállalatnál a szabályozást az input/output anyagokra, a teljes technológiára. Nyersanyagok, energia és vízkészlet használat mellett a szilárd és folyékony hulladékok, a légköri szennyezés, a zajterhelés mérését írja elő. Így felismerhető és megvalósítható a hulladékkezelés minimalizálása, az emisszió csökkentése, illetve technológiai módosításokkal az anyagok újrahasznosítása. Az ipari, mezőgazdasági szennyezés megelőzését, csökkentését, ellenőrzését szabályozza az IPCC irányelv is. A környezeti menedzsment ma az ISO 14000 szabványsorozat szerint működik.

A magyarországi rendszerek adatait a törvény szerinti vetületbe, az EOV-ba kell integrálni. A környezeti adatgyűjtés legelfogadottabb helyi-regionális **alaprendszere az 1:10.000 méretarányú topográfiai térkép**, illetve ortofotó amelyhez a helyi adottságok révén csatlakozhat nagyobb méretarányú feldolgozás is. Általában el kell érni, hogy a felhasználó az információkat a terület bármely részén elérje. Fontos a környezeti vizsgálatokban elsődleges változásvizsgálat lehetővé tétele is.

Az első, egyik legfontosabb technikai lépés a közvetlen elsődleges (terepi) adatgyűjtés, ami a nagyon jó felbontású, aktuális távérzékelte adatok használata esetében sem hanyagolható el. Ez az alapelv az alaptérképpünket érintő változások, környezeti károk lokalizálását érintően is. A lehetőségeket növeli, a költségeket csökkenti, hogy még a nagy, 1:10.000 méretarányú változást is megadhatjuk navigációs (esetleg térinformatikai) GPS mérések alapján, illetve a hiányos felmérések kiegészítésére, pontosítására többféle távérzékelési adat is rendelkezésre állhat. A változó környezet megfigyelését egy összehangolt monitoring teszi teljessé. Ez a többféle adattal dolgozó környezeti információs rendszereknél (pl. szennyezés terjedésének vizsgálata) nagyon hasznos.

A komplex környezeti informatikai adatbázisok **felhasználási lehetőségei közül kiemelhetők a környezeti hatásvizsgálatok**, melyeknek fel kell tárni egy tervezett létesítménynek az érintett környezeti, fizikai-kémiai, ökológiai, esztétikai, társadalmi tényezőkre gyakorolt közvetett és közvetlen hatásait.

1. 15.1. Magyarországi Környezeti Információs Rendszerek

A következő fejezetekben az általánosan használt, összetett felépítésű, több alrendszert összefogó rendszerekről tárgyalunk, de a felsorolás nem teljes; vannak egyéb működő információs rendszerek is hazánkban (pl. Agrár-környezetgazdálkodási Információs Rendszer).

1.1. 15.1.1. Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer

Magyarországon a környezetterheléssel és -állapottal kapcsolatban a Környezetügyért Felelős Államtitkárság irányítása alá tartozó szervezeteknél számos adat áll rendelkezésre, amelyek a környezetvédelmi szervek méréseiből és a környezethasználók előírások alapján tett adatszolgáltatásaiból származnak.

A Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőségek a minisztériumi szerverhez kapcsolódva **közvetlenül a központi adatbázisba viszik fel az adatokat.** Ez a rendszer az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer (OKIR), amely figyelemmel kíséri a környezet állapotát és használatát, igénybevételi és terhelési adatokat gyűjt és feldolgoz. Támogatja az igazgatást, a nyilvántartást, a tervezést és ellátja a felhasználókat (beleértve a nyilvánosságot is) információkkal. A számszerű adatok mellett az adatbőngészőben környezetvédelmi hatósági határozatok, hulladék kezelői engedélyek is letölthetők.

A **moduláris felépítésű rendszer** központi magját a Környezetvédelmi Alapnyilvántartó Rendszer (KAR) alkotja. A KAR Környezetvédelmi Ügyfél Jellel és Környezetvédelmi Terület Jellel országosan egyedileg azonosítva tartalmazza a környezetvédelemmel kapcsolatba kerülő ügyfelek és objektumok (telephelyek, szennyezett területek, stb.) törzsadatait. Az OKIR-hoz csatlakozó adatrögzítő, feldolgozó, lekérdező programok

mellett van internetes alkalmazás is, amellyel közérdekű környezetvédelmi adatokat kérdezhetünk le (15.2. ábra és videó).

15.2. ábra - OKIR az interneten – Mi van a környezetemben? című alkalmazás példa: Az SZTE Ady téri épülete idősoros légszennyezési és hulladékgazdálkodási adatokkal és a közelben lévő telephelyekkel (forrás: <http://okir.kvvm.hu/area/>) + VIDEÓ



A videó az alábbi linkre kattintva érhető el (34 sec) - Az OKIR "Mi van a környezetemben?" alkalmazás használata.

Hulladékgazdálkodási adatok is lekérdezhetők az OKIR **Hulladékgazdálkodási Információs Rendszer**ből (HIR). 2004-től, meghatározott küszöbérték felett a veszélyes és a nem veszélyes hulladékok termelőinek, birtokosainak, kezelőinek, a keletkezett, átvett, átadott és kezelt hulladékok mennyiségéről éves illetve negyedéve rendszerességgel adatokat kell szolgáltatniuk, amit akár telephely, adatszolgáltatói szinten is lekérdezhetünk.

A légszennyező anyag kibocsátó telephelyek alapadatait és éves kibocsátásait a Levegő-tisztaság védelmi Információs Rendszer (LAIR) tartja nyilván. Adatok 2002-től állnak rendelkezésre (15.3. ábra).

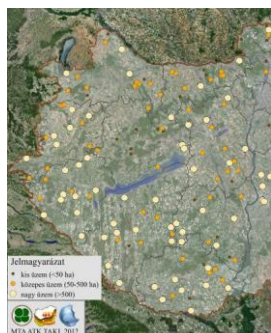
15.3. ábra - OKIR az interneten – LAIR, légszennyező anyag kibocsátások példa; fő nitrogén-oxid kibocsátók 2010-ben Szegeden. (forrás: <http://okir.kvvm.hu/lair/>)



Az 5. fejezetben már említett vízminőségi monitoring rendszer mérései is az OKIR részét képezik, amelyek visszamenőleg 1990-ig érhetőek el.

A Talajdegradációs Információs Rendszer (TDR) rész, az EU talajvédelmi stratégiájában meghatározott irányelvek végrehajtásához szükséges talajvédelmi adatszolgáltatást és informatikai háttérrel biztosítja. Az adatgyűjtés célja: a mezőgazdálkodási tevékenységből adódó környezeti terhelés nyomon követése a gazdálkodók által vezetett gazdálkodási naplók adatai alapján, valamint a környezeti terhelés minősítése a főbb talajdegradációs folyamatokat jellemző terhelési indikátorok meghatározásával (15.4. ábra).

15.4. ábra - A TDR üzemek üzemméret szerinti eloszlása a Dunántúlon (forrás: <http://okir-tdr.helion.hu/>)

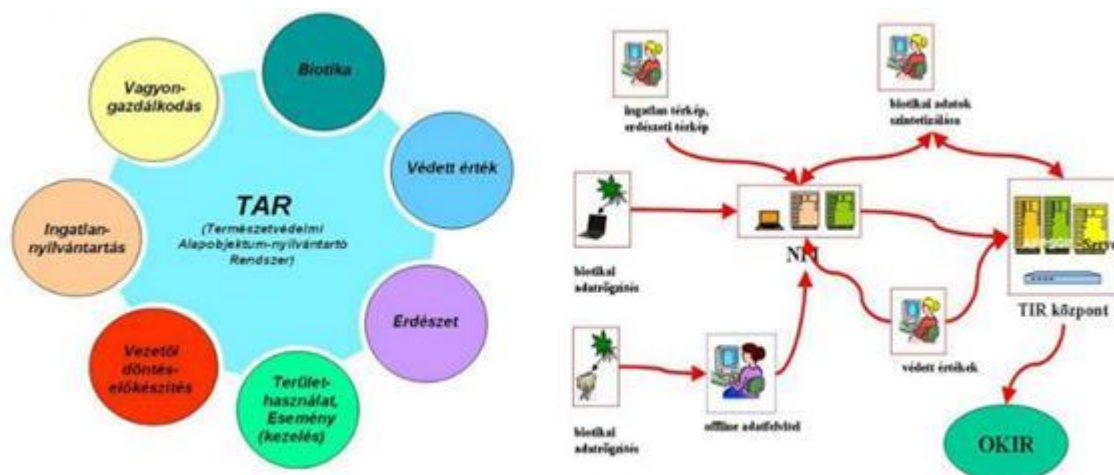


Az állami természetvédelem intézményeinek (nemzeti parkok, Környezetvédelmi Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőségek) munkáját kiszolgáló szakmai információs rendszer a **Természetvédelmi Információs Rendszer (TIR)**. A rendszer jogi háttéréről a természet védelméről szóló 1996. évi LIII. törvény gondoskodik. A természeti - földtani, víztani, növénytani, állattani, tájképi - és kultúrtörténeti értékek, ökoturisztikai objektumok - és területek nyilvántartása mellett a leíró-, helyzeti adat és adatkapcsolat elemzése, a hatósági- és szakhatósági feladatok támogatása, a kezelési tervkészítés, a monitorozó- és kutatási programok értékelése jellemző.

A rendszer alapját a Természetvédelmi Alapobjektum nyilvántartó Rendszer (TAR) képezi. A működést biztosító külső adatokra (topográfiai térképek, légi- és űrfelvételek, talajtérképek, ingatlan-nyilvántartási és erdészeti adatok) épülnek a természetvédelem saját forrásból származó adatai; ezeket a rendszer **7 tematikus modulba** szervezi.

A Területhasználat eseménynapló (kezelés) és a Vezetői döntés-előkészítő modul az információkat a többi működő modulból meríti. Az előbbi a kezelési terv dokumentációk elkészítésének támogatásával; a kezelési előírások nyilvántartásával; a megvalósult kezelési tevékenységek tárolásával, monitorozásával, míg az utóbbi az összetett információk interpretációjának támogatásával, elemzésekkel és összesítésekkel foglalkozik (15.5. ábra).

15.5. ábra - A Vezetői döntés-előkészítő modul, mint a TAR által integrált hét tematikus modul egyike (forrás: Természetvédelmi Információs Rendszer)



Interaktív térkép formában működik a közönségszolgálati modul. A kiválasztott területre aktuális természetvédelmi térbeli információk tölthetők le, amelyek .kml formátummal közvetlenül kapcsolhatók a Google Earth szolgáltatásokhoz (15.6. ábra és videó).

15.6. ábra - A közönségszolgálati modul megjelenése a Bükk Nemzeti Park példáján (forrás: TIR Közönségszolgálati Modul) + VIDEÓ



A videó az alábbi linkre kattintva érhető el. - A Természetvédelmi Információs Rendszer használata

1.2. 15.1.2. Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer (TeIR)

Fontos, hogy a terület- és településfejlesztési koncepciók, programok, rendezési tervek készítéséhez a demográfiai, társadalmi, gazdasági folyamatokon túl ismertek legyenek környezetünk fizikai jellemzői, az ember alkotta létesítmények, természeti elemek. A TeIR működésének jogszabályi keretét a területfejlesztésről és területrendezésről szóló törvény adja.

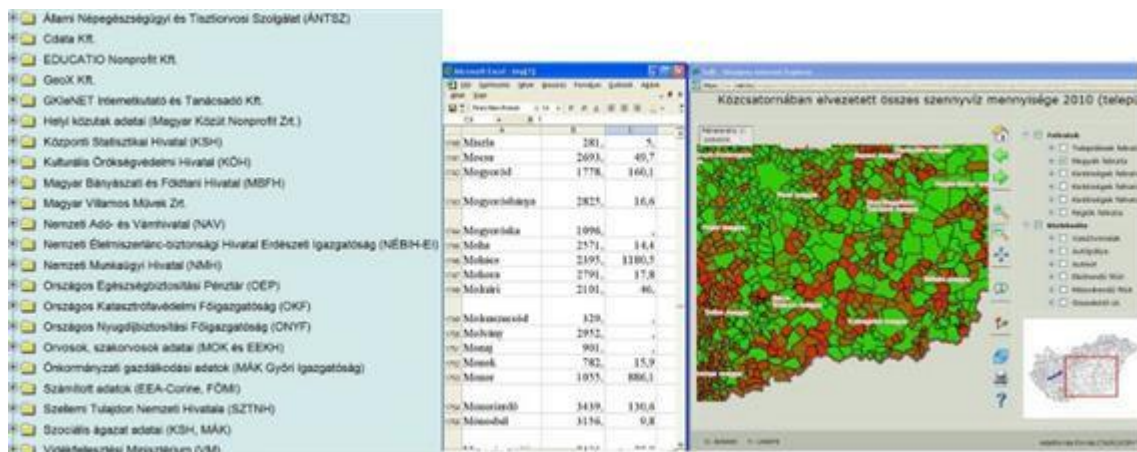
A csak az Ügyfélkapun keresztül elérhető rendszerben számos alkalmazás nyilvános, vagyis regisztráció nélkül is elérhető, de teljes tartalommal – térítésmentesen, vagy térítés ellenében – csak meghatározott intézmények használhatják regisztráció után. Az alkalmazások köre rendkívül széleskörű, folyamatosan fejlesztett környezet (15.7. ábra).

15.7. ábra - Regisztrációhoz kötött és nyilvános TeIR alkalmazások (forrás: TeIR honlap)



A komplexitását tekintve legteljesebb hazai adatbázisban általunk meghatározott szinteken – országostól a településségig – válogathatunk le környezeti adatokat, melyek megjelenítése azonnal elérhető grafikon, vagy kartogram formájában is (15.8. ábra).

15.8. ábra - TeIR-be adatokat szolgáltatók köre és adatok lekérdezése az interaktív rendszerben (TeIR adatai alapján szerkesztve)



A rendszer lehetőségeit felsorolni is nehéz. Külön értéket képvisel az interaktivitásban és az elemzésben képviselt lehetőségek sokrétősége. A rendszer támogatja a sajátosan megadott összetett területi szűkítéseket, lekérdezési kifejezéseket, melyeket a teljes feltöltött adatbázisban alkalmazhatunk (pl. száz lakosra jutó háztartásokból községi szintű összes szennyvíz mennyisége a 2000. évben, kistérségenként, a Nyugat- és Közép-Dunántúli régiókban). A területfejlesztés megfigyelésében, értékelésében többszáz beépített indikátor és mutató segít, lehetőséget adva nemzetközi összehasonlításra is (T-MER alkalmazás). A saját TeIR-ben elért – statisztikai és térbeli – eredményeink mellett a WMS (web map service) szolgáltatás révén otthoni GIS környezetünkben (pl. ArcGIS) dolgozhatunk rendezési tervekkel.

2. 15.2. Nemzetközi környezeti információs rendszerek

2.1. 15.2.1. GMES, GEOSS, GRID és SEIS – Nemzetközi környezeti adatforrásoktól a Közös Környezeti Információs Rendszerig

Az európai GMES (Global Monitoring for Environment and Security) program határokon átnyúlóan új geoinformációkat állít elő akár az egész Földre kiterjedően. **A folyamatos adatfrissítést világűrbe telepített és földi infrastruktúrák segítségével valósítják meg.** A távérzékelési program az ESA (European Space Agency) és az EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites), míg a közvetlen adatgyűjtés az EEA (European Environmental Agency) irányítása alatt történik (15.9. ábra). A Sentinel földmegfigyelő műhold család jó példa a program innovatív befektetéseire. A rendszer előreláthatóan 2014-től működik teljes szolgáltatással. Például 1:50.000 méretarányú földhasználati térkép, valamint 1:10.000 méretarányú városatlaskoz készítése várható a 38 európai országról.

15.9. ábra - Az ESA GMES honlapja (forrás: ESA GMES)

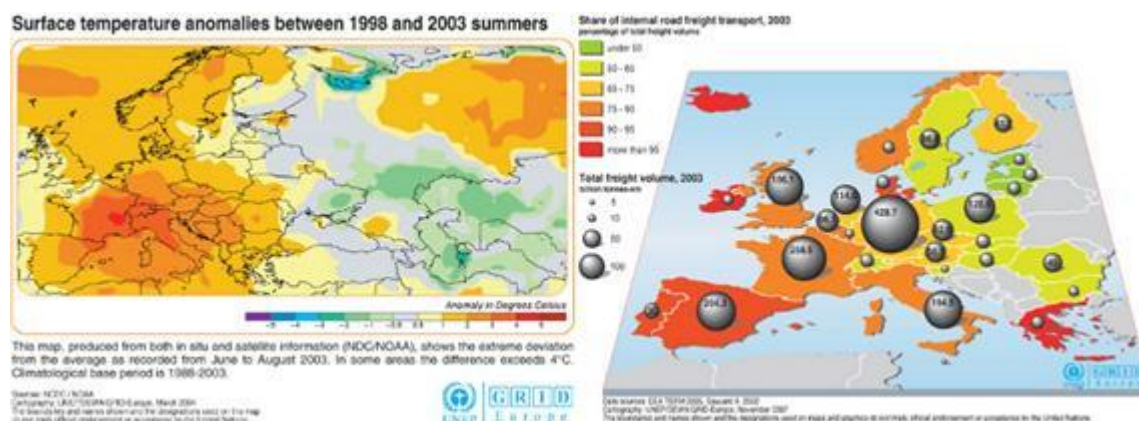


A felszínborítottsági, geológiai és növénytermesztési területfigyelés, a szennyezés felderítés, az időjárás-előrejelzés, a levegőtisztaság és UV sugárzás monitoring a szárazföldi, a tengeri, illetve a légköri szolgáltatások részei. Külön foglalkoznak a vészhelyzeti reagálással (gyors térképek segítségnyújtáshoz), a biztonsági kérdésekkel (határmegfigyelés) és a klímaváltozással.

A GMES fejlesztések, adatgyűjtések illeszkednek a globális GEOSS (Global Earth Observation System of Systems) program céljaihoz. Ennek köszönhetően a **valós és közel valós idejű monitoringrendszereken keresztül megkezdődhet a nemzetközi adatszolgáltatás**, a közös felhasználású adatbázisok fejlesztése. Valamennyi felhasználói terület számára elérhető lesz az adatok, metaadatok és termékek rendszere, létrejön az "in situ" megfigyelések referenciahálózata.

Az 1980-as évek közepe óta az UNEP (United Nations Environment Programme) irányításával, térinformatikai alapokon működik a GRID (Global Resource Information Database). Elsősorban **távérzékelési adatokra és különböző nemzetközi szervezetek adataira támaszkodó globális erőforrás információs adatbázis**. A környezetvédelmi kérdések egyedülálló platformja; környezeti témában tájékoztat nemzeti, regionális, kontinentális, globális léptékben publikációk, térképek, grafikák, adatok formájában (15.10. ábra).

15.10. ábra - GRID eredménytérkép példák Európáról (forrás: GRID UNEP)



A döntéshozóknak intézkedniük kell a környezeti kihívásokkal szemben és a polgárok is jogosultak tudni, hogy milyen kockázati tényezők, hátrányok, veszélyek jellemzik a környezetüket. A megfelelő információs és kommunikációs technológiával helyi és európai szinten is hatékonyan értékelhetők a különböző ágazatokból és forrásokból összegyűjtött adatok. A javasolt Közös Környezeti Információs Rendszer a **SEIS (Shared Environmental Information System) egy decentralizált, de a különböző szolgáltatók adattartalmát integráló, web-alapú információs rendszer, amely megosztja a környezeti adatokat, információkat**, támogatva a szabadon hozzáférhető szabványokat. Így a nemzeti és nemzetközi környezetvédelmi politika nyomon követheti az eseményeket, illetve az intézmények is könnyebben eleget tudnak tenni a kötelezettségeiknek.

2.2. 15.2.2. Európai téradat infrastruktúra, az INSPIRE

A téradat infrastruktúra az elvek, egyezmények és műszaki megoldások olyan összessége, amely lehetővé teszi, az Európai Unióban a helyhez köthető információkhoz való hozzáférést, azok összekapcsolását és komplex elemzését, egy állandó, folyamatosan karbantartott, széles körben elismert és hozzáférhető térbeli alap biztosításával. Ezek nélkül más programok sem érvényesülhetnek (pl. vízügyi keret-irányelv, Galileo). INSPIRE célja, hogy összegyűjtse és továbbfejlessze a tagállamok térinformatikai és területi adataira (mint űrfelvételek, hőmérséklet, csapadékmennyiség) vonatkozó szabványokat az EU-s intézkedések tervezése és megvalósítása érdekében. **Egy egyszeri adatgyűjtéssel létrehozott, megosztható, megfelelő részletességgel bíró, térinformatikai szabványoknak megfelelő, metaadatokkal ellátott térbeli adatokon alapuló információs szolgáltatásról van szó.** A szolgáltatás hazánkban várhatóan 2019-től teljes szinten üzemelni fog. Az EU térinformációs infrastruktúrájának, az INSPIRE a környezetvédelmi politikára összpontosít. megteremtését a közigazgatási határokon átnyúló környezeti hatások hívták életre.

A tagállamoknak ingyenesen közre kell adniuk az I., II. és III. mellékletben felsorolt témáknak megfelelő téradatkészletekre vonatkozó metaadatokat. Nem követelmény az új adatok előállítása. Hálózati szolgáltatásokkal lehetővé kell tenni a téradatok megtalálását, letöltését és átalakítását, a saját téradat-készletek elérhetővé tételét (15.11., 15.12. ábra). Országos információs rendszereket is INSPIRE kompatibilisen kell kiépíteni (pl. TIR).

- b, Ingyenesen kell adatokat szolgáltatni, tájékoztatni a felhasználókat
- c, Össze tudjon kapcsolni különböző típusú adatokat, adatbázisokat
- d, Nagy időfelbontású elsődleges adat-felvételezést kell biztosítani
- e, Sokoldalú lekérdezést kell biztosítani időben

2. Mi az ISO14000?

- a, térinformatikai szabvány
- b, környezeti menedzsment szabvány
- c, vízminőségi paraméter

3. Melyik nem az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer része, alrendszere?

- a, Természetvédelmi Információs Rendszer
- b, Közös Környezeti Információs Rendszer
- c, Hulladékgazdálkodási Információs Rendszer
- d, Talajdegradációs Információs Rendszer

4. A Hulladékgazdálkodási Információs Rendszer az OKIR része, fő célja a mezőgazdálkodási tevékenységből adódó környezeti terhelés nyomon követése.

- a, a mondat első fele igaz
- b, a teljes mondat igaz
- c, a teljes mondat hamis

5. A TeIR-t teljes tartalommal – térítésmentesen, vagy térítés ellenében – csak meghatározott intézmények használhatják regisztráció után.

- a, a mondat igaz
- b, a mondat hamis
- c, a mondat igaz, de a TeIR használatáért minden esetben fizetni kell.

6. Melyik információs rendszert használnád az alábbi kérdésekben?

- a, nitrogén-oxid kibocsátás Szombathelyen 2006-2007-ben;
- b, magterületek lehatárolása;
- c, elvezetett szennyvíz mennyisége Makón 2008-ban;
- d, aktuális erdőtüzek helyzete Európában

7. A felsoroltak közül melyik rendszer elemez távérzékelési adatok alapján?

- a, GMES
- b, OKIR-LAIR
- c, TeIR

8. A GMES program kizárólag a folyamatos távérzékelési adatgyűjtésen alapul, míg a GRID program csak a különböző szervezetek másodlagos adataira támaszkodó információs rendszer?

- a, a mondat igaz
- b, csak a GMES-re tett megállapítás igaz
- c, csak a GRID-re tett megállapítás igaz
- d, a mondat hamis

9. Lehetővé teszi a helyhez köthető információkhoz való hozzáférést, azok összekapcsolását és komplex elemzését, egy állandó, folyamatosan karbantartott, széles körben elismert és hozzáférhető térbeli alap biztosításával.

- a, ez konkrétan a TeIR
- b, ez a téradat infrastruktúra fogalma
- c, ez a ISO 14000 szabványsorozat fő elve
- d, nemzeti környezeti információs rendszer fogalma

10. Mi a metaadat?

- a, adat az adatról
- b, műholdkép kiértékelésével létrehozott térkép
- c, nagy méretű adatbázis

A megoldások a következő oldalon az Irodalomjegyzék végén található.

4. Irodalomjegyzék

Bozó, P.; Ambrusa, A.; Burai, P.; Kiss, A.; Bekő, L. 2012. Az INSPIRE irányelv bevezetése – hozzájárulás a környezetállapot értékeléshez. In.: Lóki J. (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában III. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen. pp.75-80.

Gyulai I. 2011. Környezetinformatika. Digitális Tankönyvtár. TAMOP 4.2.5. pályázat könyvei.

Márkus B. 2010. Térinformatikai menedzsment 6. Téradat infrastruktúra Digitális Tankönyvtár. TAMOP 4.2.5. pályázat könyvei.

Meskó, A. 2007. GEOSS – a rendszer. Magyar Tudomány. 5. pp.548-556.

Szabó, J.; Pirkó, B.; Szabóné Kele, G.; Havas, Á.; Podmaniczky, L. et al. 2012. Az Országos Környezeti Információs Rendszer (OKIR) talajdegradációs alrendszerének (TDR) kialakítása. In.: Lóki J. (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában III. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen. pp.389-396.

Tamás, J. 2005. Környezetinformatika az agrár-környezetvédelemben. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. p.166.

Tóth, K. 2009. Adatok az EU térinformációs infrastruktúrájában: az INSPIRE módszer. Geodézia és Kartográfia. 12. pp.14-21.

Winkler, G. 2011. Környezeti térinformatika. Elektronikus jegyzet. p.64.

Internet hivatkozások (utolsó letöltés: 2014.03.24.):

Agrár-környezetgazdálkodási Információs Rendszer

E-PRTR: <http://eper-prtr.kvvm.hu/main.php>

FÖMI Geoshop: <http://www.geoshop.hu>

GMES: <http://www.gmes.info/>

GRID: <http://www.grid.unep.ch>

INSPIRE: <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>

Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer: <http://okir.kvvm.hu/> , <http://okir.kvvm.hu/area/> ,
<http://okir.kvvm.hu/lair/>

OneGeology: <http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal/viewer.jsp>

SEIS: <http://ec.europa.eu/environment/seis/>

Talajdegradációs Információs Rendszer (TDR): <http://okir-tdr.helion.hu/>

TeIR: <https://teir.vati.hu/>

Természetvédelmi Információs Rendszer: <http://www.termeszetvedelem.hu/tir>

Törökbálint környezeti információs rendszere: <http://terkep.torokbalint.hu/>

Tesztfeladat - megoldások: 1: a, c, e; 2: b; 3: b; 4: a; 5: a; 6: Levegő-tisztaság védelmi Információs Rendszer, Természetvédelmi Információs Rendszer, Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer, Global Monitoring for Environment and Security; 7: a; 8: d; 9: b; 10: a.