

Földhasználati tervezés és monitoring 8.

Földhasználati monitoring esettanulmány

Verőné Dr. Wojtaszek, Malgorzata

Földhasználati tervezés és monitoring 8.: Földhasználati monitoring esettanulmány

Verőné Dr. Wojtaszek, Malgorzata

Lektor: Szabóné Kele, Gabriella

Ez a modul a TÁMOP - 4.1.2-08/1/A-2009-0027 „Tananyagfejlesztéssel a GEO-ért” projekt keretében készült. A projektet az Európai Unió és a Magyar Állam 44 706 488 Ft összegben támogatta.

v 1.0

Publication date 2010

Szerzői jog © 2010 Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar

Kivonat

A modul a Velencei-tó vízgyűjtője példáján bemutatja a földhasználat változásainak vizsgálatát távérzékelési adatok felhasználásával. Ismertetésre kerülnek a távérzékelésen alapuló feladat megoldásának általános lépései, a felvételek kiválasztásától a tematikus adatok nyéréséig és statisztikai kiértékeléséig. A több időpontban készült multispektrális felvételek ellenőrzött osztályozásával nyert földhasználatára vonatkozó adatok változását 14 éves időintervallumban vizsgáljuk. A műholdas felvételek kiértékeléséhez IDRISI ANDES térinformatikai rendszert, valamint az adatok elemzéséhez IDRISI/LAND CHANGE MODELER-t alkalmazunk. Gyakorlati példán bemutatjuk a LAND CHANGE MODELER (LCM) eszköztárát, amelyet egy adott idő intervallumban bekövetkezett változások statisztikai kiértékelésére és a változások térbeli elemzésére fejlesztettek. Az LCM széles adatelemző eszköztárával időben lezajló folyamatok több szempont szerint vizsgálhatók.

Jelen szellemi termék a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény védi. Egészének vagy részeinek másolása, felhasználás kizárólag a szerző írásos engedélyével lehetséges.

Tartalom

8. Földhasználati monitoring esettanulmány	1
1. 8.1. Bevezetés	1
2. 8.2. A távérzékelt felvételek tematikus kiértékelésének általános lépései	1
3. 8.3. A földhasználat változásainak vizsgálata	2
3.1. 8.3.1. Az IDRISI szoftver jellemzése*	2
3.2. 8.3.2. A Velencei-tó vízgyűjtője földhasználatának felmérése műholdas felvételek alapján	4
3.2.1. 8.3.2.1. Képelemzés	5
3.2.2. 8.3.2.2. Földhasználat változásának elemzése	8
3.2.3. 8.3.2.3. A földhasználat változásának térbeli elemzése a Land Change Modeler alkalmazásával	10
4. 8.4. Összefoglalás	11

A táblázatok listája

8-1. A kutatáshoz felhasznált műholdas felvételek egyes tulajdonságai	5
8-6. ábra A Velencei-tó vízgyűjtőjének földhasználata a 2004. évben. Forrás: Verőné Wojtaszek M., 2009	8
8-2. táblázat A Velencei-tó vízgyűjtőjének földhasználata változása (1990-2004 között). Forrás: Verőné Wojtaszek M., 2009	8
8-6. ábra A Velencei-tó vízgyűjtőjének földhasználata a 2004. évben. Forrás: Verőné Wojtaszek M., 2009	8
A Velencei-tó vízgyűjtőjének földhasználata változása (1990-2004 között). Forrás: Verőné Wojtaszek M., 2009	8

8. fejezet - Földhasználati monitoring esettanulmány

1. 8.1. Bevezetés

A modul a Velencei-tó vízgyűjtője példáján bemutatja a földhasználat változásainak vizsgálatát távérzékelési adatok felhasználásával. Ismertetésre kerülnek a távérzékelésen alapuló feladat megoldásának általános lépései, a felvételek kiválasztásától a tematikus adatok nyeréséig és statisztikai kiértékeléséig. A több időpontban készült multispektrális felvételek ellenőrzött osztályozásával nyert földhasználatra vonatkozó adatok változását 14 éves időintervallumban vizsgáljuk. A műholdas felvételek kiértékeléséhez IDRISI ANDES térinformatikai rendszert, valamint az adatok elemzéséhez IDRISI/LAND CHANGE MODELER-t alkalmazunk. Gyakorlati példán bemutatjuk a LAND CHANGE MODELER (LCM) eszköztárat, amelyet egy adott idő intervallumban bekövetkezett változások statisztikai kiértékelésére és a változások térbeli elemzésére fejlesztettek. Az LCM széles adatelemző eszköztárával időben lezajló folyamatok több szempont szerint vizsgálhatók.

2. 8.2. A távérzékelte felvételek tematikus kiértékelésének általános lépései

A távérzékelés fogalmába nem csak az adatgyűjtés, de az adatok kiértékelése is beletartozik. Így minden távérzékelési adatokon alapuló feladat megoldásában az adatnyerés után a felvételek kiértékelése következik. A kiértékelésnek az a célja, hogy a szükséges többsávós, több időpontban készített, esetleg több forrásból származó felvételek segítségével a földfelszínről, felszíni objektumokról jól meghatározott információkat (állapothatározókat) nyerjünk. Másként a képtartalomból, kiegészítő adatok felhasználásával, tematikus információ kinyerése és az eredmények többnyire tematikus térkép formában történő megjelenítése a cél.

A felvételek készítése szorosan kapcsolódik a műszerekhez, az érzékelés technikai megoldásaihoz és a szabványokhoz. A feldolgozásnál nagyobb szerephez jut a kiértékelést végző személy. Természetesen az adatok feldolgozása is – az alkalmazástól függetlenül – bizonyos szabályok és általános lépések betartását igényli. A kiértékelési módszerekkel, eredményekkel kapcsolatban az adott feladat elvárásain túl általános követelmények a következőkben fogalmazhatók meg (Csornai G. – Dalia O., 1991 után):

- a kiértékelési módszer kell, hogy legyen megbízható és kiterjeszhető más alkalmazási területekre,
- az információ-kivonási eljárás a feladat sajátos időskálájához képest megfelelően gyors, gazdaságos, objektív és ismételhető legyen,
- az eredmény geometriai és tematikus pontossága garantált és empirikusan igazolt legyen,
- a tematikus térképekhez kapcsolódó statisztikai adatok pontosak és megbízhatók legyenek.

A távérzékelésen alapuló feladat megoldásának egyes lépései a következőkben foglalhatók össze:

1. **A célkitűzés.** A feladat céljainak pontos meghatározása. A célosztályok és az osztályozásra vonatkozó elvárások megfogalmazása. Az eredmények megjelenési formájára, az átfutási időre és költségre vonatkozó információk és megszorítások megadása.
2. **A feladat elemzése.** A célkitűzések figyelembe vételével a vizsgált jelenségek, folyamatok paraméterei és a távérzékelési adatok közötti összefüggések elemzése. Létre kell hozni az adatgyűjtés, feldolgozás és ellenőrzés részletes tervét a lehetséges alternatív megoldásokkal.
3. **A felvételek kiválasztása.** A 2-es pontban tanulmányozott összefüggéseket szem előtt tartva a feladat spektrális, terepi és időbeli felbontási igényeinek megfelelően kell a felvételeket kiválasztani és megszerezni.
4. **A megrendelt távérzékelési adatok előfeldolgozása.** Az előfeldolgozás célja a felvételek olyan átalakítása, amely a felvételeket gyakorlati felhasználásra alkalmassá teszi. Ide tartozik a felvételek közös térképi rendszerbe transzformálása, szükség esetén mozaik készítése. A felvételek átfogó statisztikai vizsgálata. A feldolgozást zavaró, esetleg akadályozó tényezők kiszűrése. A vizuális interpretáció hatékonyságát növelő

eljárások alkalmazása. Általában topográfiai térképek segítségével a felvételek vizuális áttekintése, egyes objektumok felismerése és azonosítása.

5. **Mintaterületek kiválasztása.** A mintaterületek kiválasztásánál arra kell törekedni, hogy a teljes vizsgált területet reprezentáljanak, ez azt jelenti, hogy figyelembe kell venni a tematikus kategóriák spektrális tulajdonságait befolyásoló tényezőket és a teljes terület homogén régiókra való megosztását. A mintaterületek a teljes (kiértékelendő) területnek maximálisan 2-4%-át alkothatják. Mintaterületeken belül megkülönböztetünk tanuló- és teszterületeket. Az első csoportot az osztályozás tanulási fázisában használjuk a kategóriák spektrális jellemzőinek meghatározásához, a másikat az elvégzett osztályozás pontossági vizsgálatához.
6. **A referencia-adatok beszerzése és feldolgozása.** A mintaterületekre vonatkozó földi paraméterek mérése, meglévő térképek, adatok beszerzése. Nem pontos, esetleg hiányos, rossz referencia-adatok meghamisíthatják a teljes feladat megoldását, azért nagyon fontos a referencia-adatok származásának, illetve beszerzésének ellenőrzése. A referencia-adatok tárolását, kezelését térinformatikai rendszerben végezzük.
7. **A tanulóterületek spektrális elemzése.** A távérzékelési felvételek kiértékelésének jellege statisztikus, mintavételezésen alapuló és extrapoláló. Az egyes célkategóriák spektrális jellemzőit egy-egy területi mintából számítjuk ki. Ide tartozik a képpont intenzitások különböző statisztikai adatainak számítása. A tanulóterületekre elvégzett automatikus osztályozás (clusterezés) eredményét – a clusterok távolságát – elemezve az adatfelbontás helyességére vonatkozóan alapinformációt kaphatunk.
8. **A spektrális adatok és tematikus kategóriák összefüggésének vizsgálata.** A referencia-adatok és spektrális adatok összevetéséből megvizsgáljuk a tematikus osztályok és clusterok viszonyát. Ennek alapján – szükség esetén – felülvizsgálhatók a referenciaadatok, döntés hozható a tematikus alkategóriák használatáról. Ezzel a tematikus osztályok spektrálisan homogénebbek, kisebb szórásúak lesznek és ennek következtében kisebb lesz az osztályozási hiba. Az alkategóriák a munka végén összevonhatók.
9. **A tematikus osztályozás.** A tanulóterületek statisztikai adatait és a clusterok elemzésének eredményét az osztályozás elvégzéséhez szükséges bemenő adatok (mint pl. az osztály átlagvektora) összeállításához használjuk fel. Az osztályok előfordulási valószínűségének becslése más forrásból származó adatok alapján történik. A részterületen elvégzett osztályozás eredményét összevetjük a referencia-adatokkal, amennyiben az osztályozási pontosság megfelel az elvárásoknak a módszert kiterjeszthetjük a teljes feldolgozandó területre. Abban az esetben, ha az osztályozási pontosság vizsgálata elfogadhatatlan eredményt mutat, felül kell vizsgálni az előző lépésekben elvégzett műveletek eredményét.
10. **Az eredmények megjelenítése.** A tematikus eredmény megjelenítése képi, térképi és táblázatos formában történik. A képszerű megjelenítésnél az egyes célkategóriák különböző színnel, jellel vannak kódolva. Tematikus térképre gyakran a topográfiai térkép néhány – főleg vonalas – tematikáját is ráhelyezzük. Az egyes kategóriák statisztikai adatait, valamint a kiértékelés pontosságára vonatkozó adatok táblázatokban megjeleníthetők.

3. 8.3. A földhasználat változásainak vizsgálata

A Velencei-tó vízgyűjtője földhasználati felméréséhez és az 1990-től bekövetkezett változások vizsgálatához távérzékelési módszereket alkalmaztunk. A műholdas felvételek nagy területekről homogén, periodikusan ismétlődő adatokat biztosítanak. Olyan adatokat, melyek tükrözik a földfelszínt, felszíni objektumokat és azok állapotát. A távérzékelési adatok alapján nem csak a terület aktuális állapotát tudjuk vizsgálni, de az archív felvételek visszatekintési lehetőséget is biztosítanak. A több időpontú felvételek kiértékelésével adott időintervallumban bekövetkezett változások követhetők nyomon. A Velencei-tó vízgyűjtője földhasználatának felméréséhez multitemporális műholdas felvételeket használtunk fel. A különböző szenzorok által rögzített és archivált adatok lehetővé tették a földhasználat térbeli változás vizsgálatát 14 éves időintervallumban. A felhasznált távérzékelési adatok részletes paramétereit a 8-1. táblázat tartalmazza. Az űrfelvételek kiértékelése az IDRISI szoftverek alkalmazásával történt.

3.1. 8.3.1. Az IDRISI szoftver jellemzése*

**A fejezetben – terjedelmi okok miatt – csak a digitális képfeldolgozó és a tematikus adatok statisztikai analízis során alkalmazott funkciók ismertetésére kerül sor*

A digitális képfeldolgozás szorosan összefonódik a raszteres térinformatikával. Az elemzés tárgyát itt raszterek képezik, melyek távérzékelési adatokat tartalmaznak. A távérzékelési adatok digitális kiértékelését számítógépes programok (IDRISI, ERDAS, DIGITERRA, ER Mapper, PCI stb.) alkalmazásával végezhetjük. A digitális képelemzés mint kiértékelési módszer a számítógépek gyorsaságát, pontosságát és a programokba beépített multidiszciplináris (matematika, statisztika, valószínűségszámítás, alakfelismerés, statisztikai döntéselmélet) szaktudást hasznosítja. A digitális képek kvantitatív elemzésének alapját intenzitási értékek képezik, melyek a felszínről a szenzorba beérkezett elektromágneses energiával arányosak. Azonban nem szabad elfelejteni és alábecsülni a megfelelő mennyiségű és minőségű referencia-adatok fontosságát a számítógépes képfeldolgozásban.

Az IDRISI térinformatikai és képfeldolgozó szoftver lehetőségei

Az IDRISI szoftvert a Clark Egyetemen (USA) fejlesztették ki. Ez a szoftver oktatási körökben a legelterjedtebb raszter alapú GIS és képfeldolgozó rendszer. Az IDRISI a vektoros adatokat is tudja kezelni. Az első verzió 1987-ben jelent meg. A 23 éves folyamatos fejlesztésnek köszönhetően egy hatékony geo-analitikus elemző eszközt hoztak létre, amelynek főbb területei a döntéstámogatás, a bizonytalanságok kezelése, a képelemzés, a változás és idősoros elemzések meghatározása. Lehetőséget ad a környezetvédelmi monitoringra, a természeti erőforrások menedzselésére, beleértve a változás- és idősoros elemzéseket. Eszközt ad az összetett és több szempontot figyelembevevő döntés előkészítésre, bizonytalanságelemzésre (Bayes és Fuzzy elemzések), helyzetelemzésre és modellezésre (<http://www.clarklabs.org/>, Tamás J. 2000). A térinformatikai és képfeldolgozó eszközöket közel 300 modulban foglalja össze, ami lefedi a szakma minden igényét az adatbázis lekérdezésektől a képelemzésen keresztül az összetett térbeli és időbeli elemzésig. A legújabb verziók – IDRISI 15 The ANDES Edition és az IDRISI TAIGA – objektumorientált fejlesztési eszközöket használnak.

Az IDRISI TAIGA eszköztára:

- térinformatikai elemzés (GIS analysis)
- képfeldolgozás (image processing)
- térbeli elemzések (surface analysis)
- változás- és idősoros elemzések (change & time series analysis)
- döntés-előkészítés, bizonytalanságelemzés, helyzetelemzés (decision support & uncertainty management)
- modellezés (modeling)

Az IDRISI TAIGA lehetőségei:

- teljes térinformatikai eszköztár, mely lehetővé teszi az alap és magasabb szintű (fejlett) térbeli elemzéseket, hozzáférést biztosít a felszíni és statisztikai analízis legújabb eszközeihez, valamint lehetőség nyílik több tényezőt figyelembe vevő döntés előkészítésre, változás- és idősoros elemzésekre,
- kiterjedt képfeldolgozó modul, széleskörű osztályozási lehetőségekkel: automatikus, felügyelt, hierarchikus osztályozás, továbbá neurális hálózat alapú osztályozás és szegmentálás,
- az integrált környezeti monitoring modul eszközei az idősoros felvételek elemzésén alapuló környezeti trendek meghatározását, valamint a földfelszín változásának teljes körű analízisét és a változások becslését is lehetővé teszik,
- teljes körű import és export eszköztár, melyet átfogó dokumentációkkal és oktató készletekkel egészítettek ki.

Legújabb fejlesztések

ETM (The Earth Trends Modeler)

A földfelszíni jelenségek megfigyeléséhez, elemzéséhez szükséges eszköztárat az ETM modul foglalja magában. A Globális Földmegfigyelő műholdprogramok bolygónk egészségi állapotának alakulását kísérik figyelemmel (pl. NASA TERRA, NASA/JAXA TRMM, ENVISAT...). A műholdak szenzorai adatsorozatokat készítenek környezetünkről. A modult direkt ilyen adatok elemzésére fejlesztették. Az ETM eszközei lehetőséget adnak a földön lezajló jelenségek monitoringjához, a változások trendjének megfigyelésére,

valamint a változékonyságot meghatározó tényezők vizsgálatára. A modul különösen fontos a klímaváltozás és az ökoszisztémák kutatásában.

LCM (Land Change Modeler)

A Land Change Modeler egy adott idő intervallumban bekövetkezett változások statisztikai kiértékelésének és a változások térbeli elemzésének biztosít új eszközöket.

Az IDRISI Andes program Land Change Modeler moduljával – a két különböző időpontban készült tematikus térképek alapján – az érintett terület változásának elemzését végezhetjük el. Az LCM modullal a változásokat mutató grafikonokat és térképeket lehet elkészíteni, melyekről leolvasható az egyes kategóriák változásának mértéke. Az adatok elemzését a következő szempontok szerint vizsgálhatjuk:

- kategóriánkénti területcsökkenés illetve -növekedés
- kategóriánkénti változás (területnövekedés és -csökkenés különbözete)
- adott kategória átmenete egy meghatározott (vagy bármely) kategóriába

3.2. 8.3.2. A Velencei-tó vízgyűjtője földhasználatának felmérése műholdas felvételek alapján

Célkitűzés

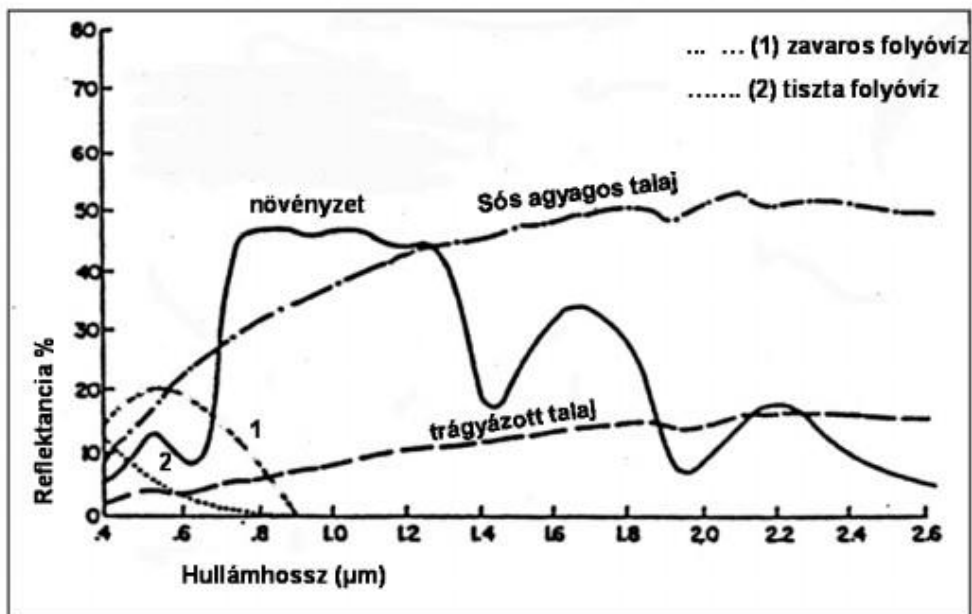
- A Velencei-tó vízgyűjtő földhasználatának felmérése: földhasználati kategóriák elkülönítése, azonosítása és területük felmérése több időpontra vonatkozóan
- A területen bekövetkezett földhasználat változásainak vizsgálata: egy adott időintervallumban bekövetkezett kategóriánkénti változás elemzése (*területnövekedés és -csökkenés különbözete*), változások térbeli jellemzése és kategóriák közötti változásának analízise, térképi megjelenítése

Távérzékelési adatok kiválasztása

A felvételek kiválasztásának szempontjai:

- a műholdas felvételek *spektrális tulajdonságai*
- a műholdas felvételek *geometriai felbontása és területi lefedettsége*
- a műholdas felvételek *időbeli felbontása*

A műholdas képek spektrális tartalmuk szerinti kiválasztása során figyelembe vesszük a vizsgált jelenség, ebben az esetben a földhasználatra jellemző felszíni borítás spektrális tulajdonságait. A földfelszín és rajta lévő tárgyak spektrális tulajdonságainak jellemzéséhez, tanulmányozásához reflektancia (visszaverődés) értékeket használunk, melyek az elektromágneses hullámhossz és a felszín vagy a felszíni tárgy tulajdonságai függvényében változnak. A reflektancia-adatok ábrázolását a hullámhossz függvényében reflektancia görbének nevezzük. A három fő felszínborítás – egészséges növény, csupasz talaj, tiszta víz – spektrális visszaverése (reflektanciája) a 8-1. ábrán látható. A földfelszínborítás spektrális tulajdonságainak ismerete nélkülözhetetlen a távérzékelés gyakorlati alkalmazásához, alapul szolgál a felvételek kiválasztásához és a tárgyak részletes vizsgálatához távérzékelési módszerekkel. A görbék jellegzetes lefutását elemezve kiválaszthatók azok a spektrális tartományok, amelyekben a legnagyobb eltérések vannak a fő felszínborítások között, így a felszínborítási különbségek legnagyobb biztonsággal elkülöníthetők.



8-1. ábra A fő felszínborítások spektrális reflektanciája. Forrás: Csornai G. – Dália O., 1991)

A közel 700 km² terület vizsgálatához nagy felbontású műholdas felvételeket választottunk ki, melyeknek geometriai felbontása (pixelméret) 20-30 m. Ebben az esetben a vizsgált terület nagysága és a felmérés részletessége a döntő szempont. A vizsgált jelenség időbeli lefolyása figyelembevételével a felméréshez vegetációs időszakban készült felvételeket választottunk ki (8-1. táblázat). A térképezett kategóriák definiálása a jelenleg használatban lévő földhasználati egységek figyelembe vételével történt.

8-1. táblázat - A kutatáshoz felhasznált műholdas felvételek egyes tulajdonságai

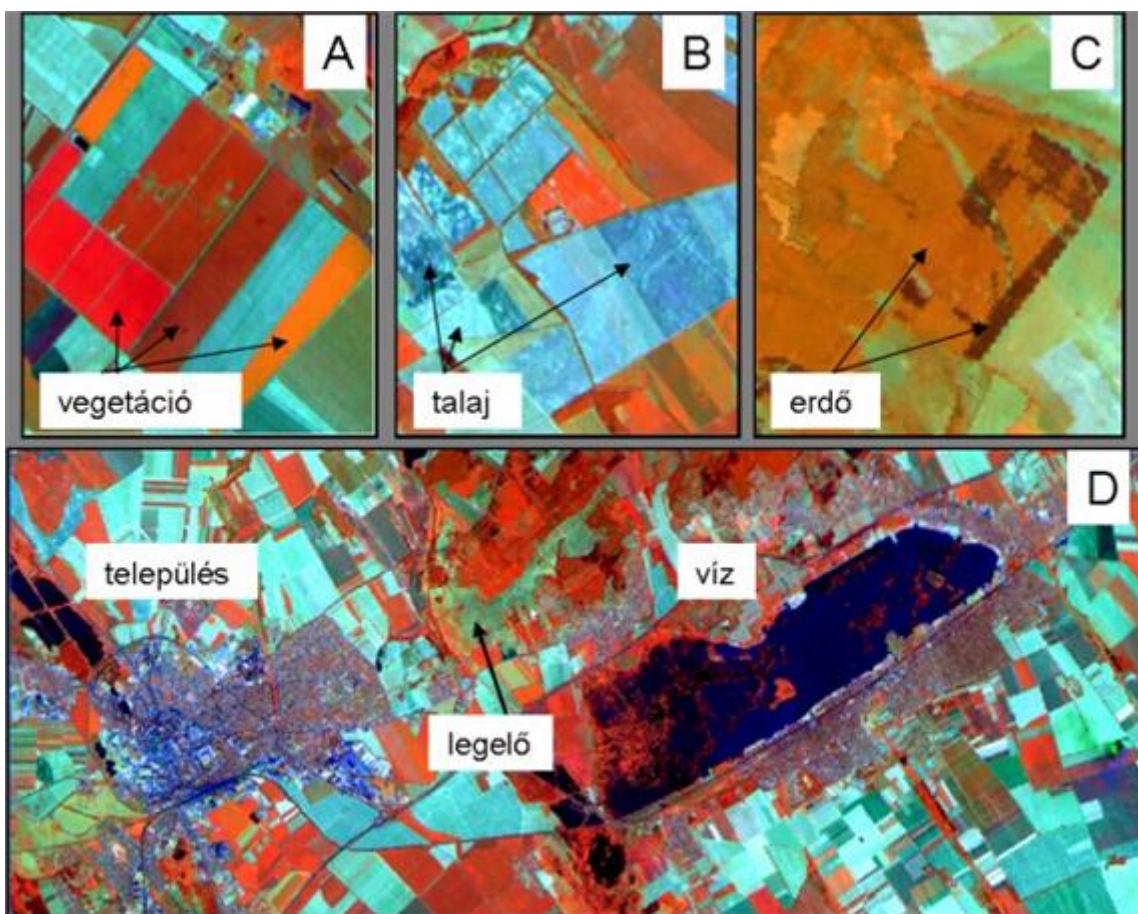
Szenzor	Idő	Spektrális felbontás	Geometriai felbontás	Vizsgálathoz felhasznált spektrális tartomány
LANDSAT TM	1990. augusztus	7 sáv	30 m	a látható, a közeli és a közepes infravörös
SPOT multispektrális	2000. augusztus	4 sáv	10, 20 m	a látható, a közeli és a közepes infravörös
TERRA/ASTER hiperspektrális	2004. április	14 sáv	15, 30, 90 m	a látható és a közeli infravörös tartományban

3.2.1. 8.3.2.1. Képelemzés

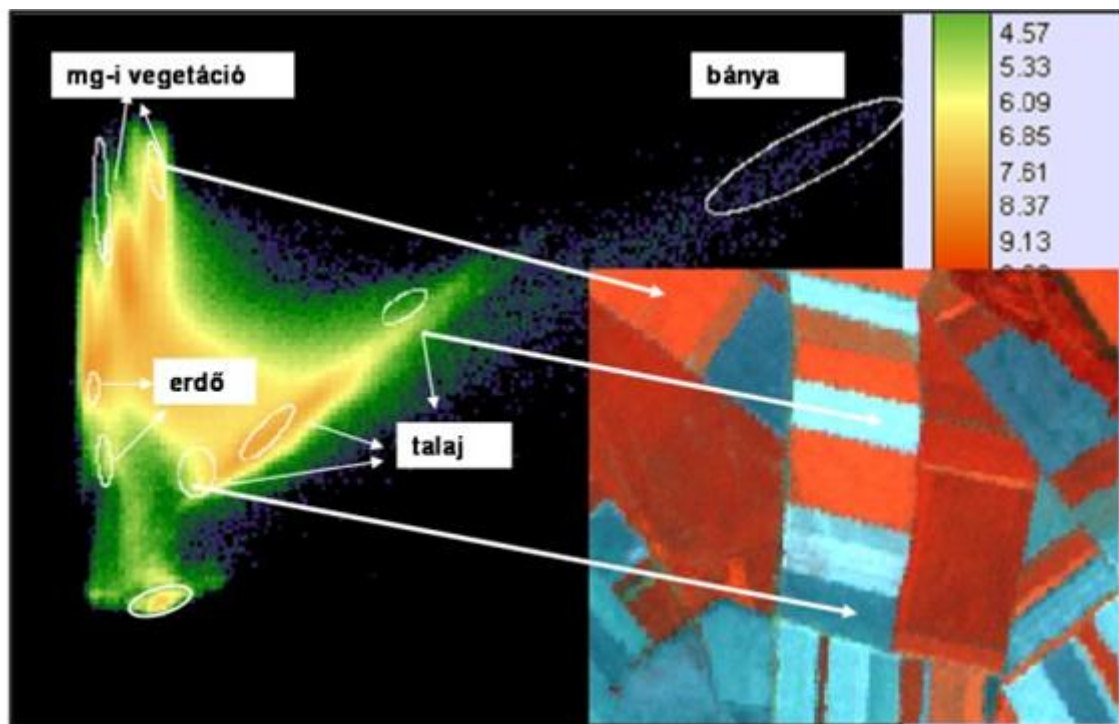
A felvételek klasszifikációját megelőzte az **előfeldolgozás**, melynek során geometriai transzformációt, a vizsgálathoz legalkalmasabb sávok kiválasztását, a színkompozitok létrehozását (8-2. ábra), valamint intenzitási műveleteket végeztünk el. A geometriailag transzformált felvételek osztályozása tanulóterületek alapján történt, amit a spektrális adatok vizsgálata előzött meg. Egyes spektrálisan heterogén kategóriák (mint pl. lakóterület) meghatározásához számítógéppel segített interpretációt alkalmaztunk. A feldolgozáshoz szükséges referenciaadatokként az 1:10 000-es méretarányú topográfiai térképeket, a CORINE felszínborítási adatbázis adatait, a VINGIS projekt adatait és a terepi bejárás tapasztalatait vettük figyelembe.



8-2. ábra SPOT 243 hamisszines szinkompozit (részlet). Copyright: ESA, EURIMAGE, FÖMI (2000)A földhasznosítás összefüggésben van a felszínborítással, ami felhasználható a felméréshez. Az egyes földhasználati kategóriák elkülönítése az űrfelvételeken viszonylag egyszerű és egyértelmű (8-3. ábra, 8-4. ábra), azonban a felmérés tematikus pontosságát a felvétel időpontja befolyásolja. A távérzékelési adatok alapján történő földhasznosítás felmérése során a terület felszínborítási eltéréseit és a felszín egységeinek egymáshoz való viszonyát, összefüggéseit vizsgáljuk. Előfordulhat, hogy egy adott időpontban egyes tematikus kategóriák spektrális tulajdonságai hasonlóak vagy egyformák, ami téves osztályozást eredményezhet. Ilyenkor a probléma megoldása más időpontban készült vagy nagyobb geometriai felbontású felvételek felhasználásával oldható meg.

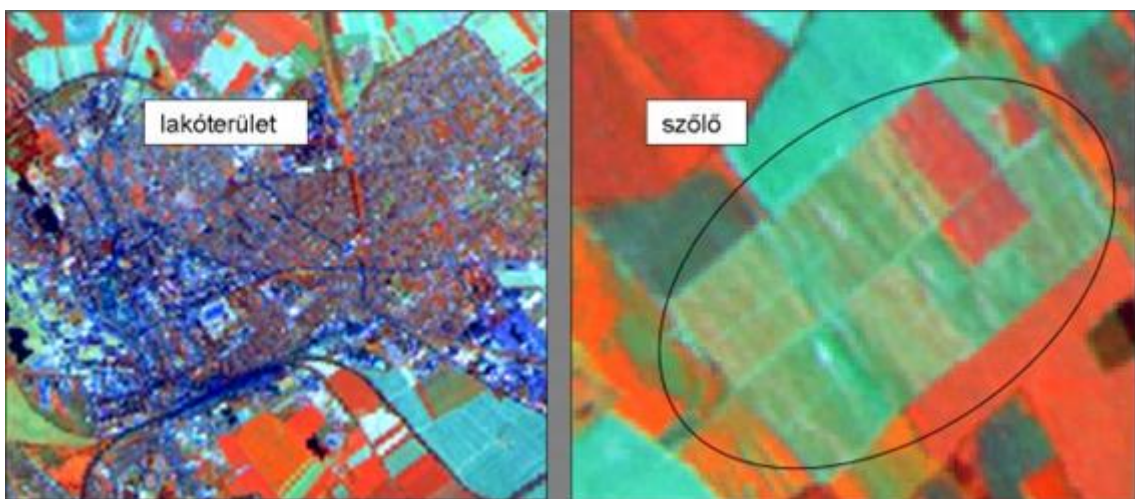


8-3. ábra Egyes földhasználati kategóriák megjelenése LANDSAT TM 345 szinkompoziton: A) mezőgazdasági vegetáció, B) csupasz talaj, C) erdő, D) település, víz, legelő



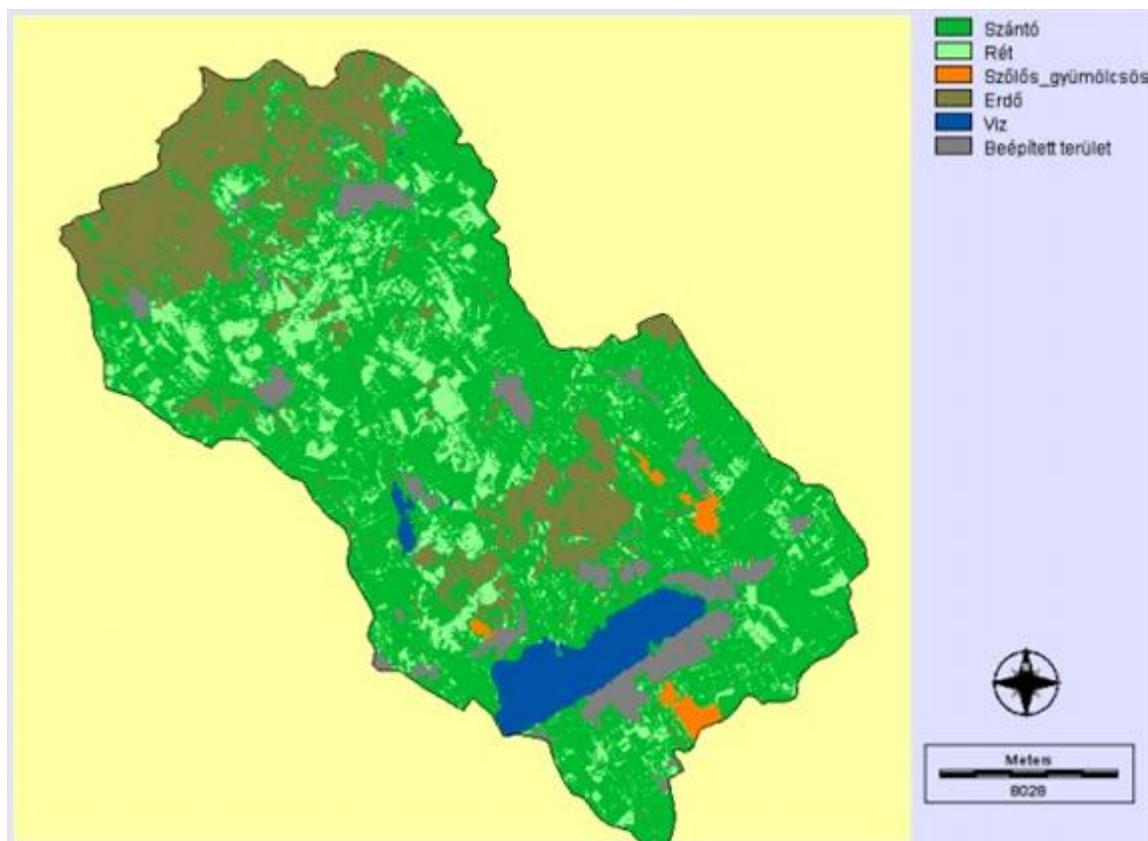
8-4. ábra Egyes tanulóterületek eloszlása az intenzitási térben (a közeli infravörös és a látható spektrum tartományban). Az itt látható előzetes kategóriák a felszínborítási jellemzők természetére utalnak, pl. talaj, mezőgazdasági vegetáció.

A lakóterületek, a szőlő-gyümölcsös kategória elkülönítéséhez (meghatározásához) számítógéppel segített interpretációt használtunk. Erre azért volt szükség, mert a lakóterület, mint tematikus kategória heterogén, ide tartoznak a kisebb-nagyobb méretű lakóépületek, ipari létesítmények, utak, rekreációs területek, parkok stb., amik együttesen befolyásolják az elektromágneses energia visszaverődését. Az intenzitási értékek ismétlődése a lakóterületre jellemző textúrát eredményez, ami vizuálisan jól elkülöníthető más kategóriáktól (8-5. ábra). A meghatározásnál a beépített terület folytonosságát vettük figyelembe. A szőlő-gyümölcsös területekre jellegzetes textúra jellemző, amit a szabályosan ismétlődő vegetációs sorok eredményeznek.



8-5. ábra A szőlő és lakóterület megjelenése az űrfelvételén

A rendelkezésünkre álló műholdas felvételekből az ellenőrzött osztályozással tematikus térképeket készítettünk és azokat a továbbiakban a földhasználat változásának elemzéséhez input adatként használtuk fel. A Velencei-tó vízgyűjtőjének földhasználatát a 2004. évben a 8-6. ábra mutatja. Az 1990 és 2004-es felmérések statisztikai adatait a 8-2. táblázat tartalmazza.



8-6. ábra A Velencei-tó vízgyűjtőjének földhasználata a 2004. évben. Forrás: Veróné Wojtaszek M., 2009-2. táblázat A Velencei-tó vízgyűjtőjének földhasználata változása (1990-2004 között). Forrás: Veróné Wojtaszek M., 2009. táblázat - 8-6. ábra A Velencei-tó vízgyűjtőjének földhasználata a 2004. évben. Forrás: Veróné Wojtaszek M., 200A Velencei-tó vízgyűjtőjének földhasználata változása (1990-2004 között). Forrás: Veróné Wojtaszek M., 2009

Kategória	Terület (km ²) 1990-es felmérés	Terület (km ²) 2004-es felmérés	Változás
1. szántó	268,9	308,2	+39,3 (+15%)
2. rét	115,4	108,6	-6,8 (-5%)
3. erdő	148,5	112,1	-36,4 (-24%)
5. víz	26,4	28,4	+22,1 (+8%)
6. szőlő-gyümölcsös	9,7	7,5	-2,2 (-23%)
7. település	29,5	32,8	+3,3 (+13%)

3.2.2. 8.3.2.2. Földhasználat változásának elemzése

A mezőgazdasági rendszer változása, a privatizáció és az ezzel kapcsolatos más folyamatok gondos felmérést, nyomonkövetést igényelnek. A távérzékelési adatok nem csak statisztikai célokhoz, hanem a táblák egyedi ellenőrzéséhez is használhatók. A naprakész tényadatoknak különösen fontos szerepe van az agrárpolitika által

nyújtott támogatás vagy kompenzáció ellenőrzésében. Az utóbbi években a földhasználati viszonyokban jelentős változások következtek be. Ezek a változások az egész országra jellemzőek, így a vizsgált területen is tapasztalhatóak. Két időpontban történt adatgyűjtés felhasználásával (műholdas képek) kimutatható a privatizáció előtti és utáni állapot, valamint a területi változások.

- Az urbanizáció, az iparosodás és a vele járó tevékenységek a *mezőgazdasági művelés alól kivett területek növekedését eredményezte*. A használat ilyen jellegű változása főleg a lakóterületek közelébe eső külterületekre jellemző. Egy lakóterület kiterjedését a 8-7. ábra mutatja.



8-7. ábra Lakóterület növekedése. A vektoros állomány a topográfiai térkép adatait, a raszteres pedig a 2004-es felvételtől származtatott adatokat ábrázolja.

- Országos szinten megfigyelhető az *erdőterületek* növekedése, ami összefüggésben van az erdőgazdálkodásban folyamatosan végzett erdőműveléssel (véghasználat, frissítés és új telepítések) és talajvédelemmel. Az új erdőterületek egy része a korábbi mezőgazdasági táblákon fordul elő. A vízgyűjtő területén több helyen az erdő kivágására került sor, ami a felszínborítás változásával jár és egyértelműen elkülöníthető a fás területektől (8-8. ábra). A véghasználat alá kerülő területek spektrális tulajdonságai a szántó és a rét kategóriák spektrális tulajdonságaival átfedésbe kerültek, ami az utóbbi két kategória javára mellőosztályozást eredményezett. Az erdő kategóriára nézve a kihagyási hiba az erdővel borított terület csökkenését okozza.



8-8. ábra Erdőterület változása műholdas felvételeken (1990-2004)

- A természetes és mesterséges *tavak* a vizsgált spektrum tartományokban egyértelműen azonosíthatók. A Velencei-tó nagy részét azonban szigetszerűen nád borítja. A spektrális adatosztályok vizsgálata során kiderült, hogy az általunk használt augusztusi felvételeken az erdő és a nád intenzitási értékei átfedésben

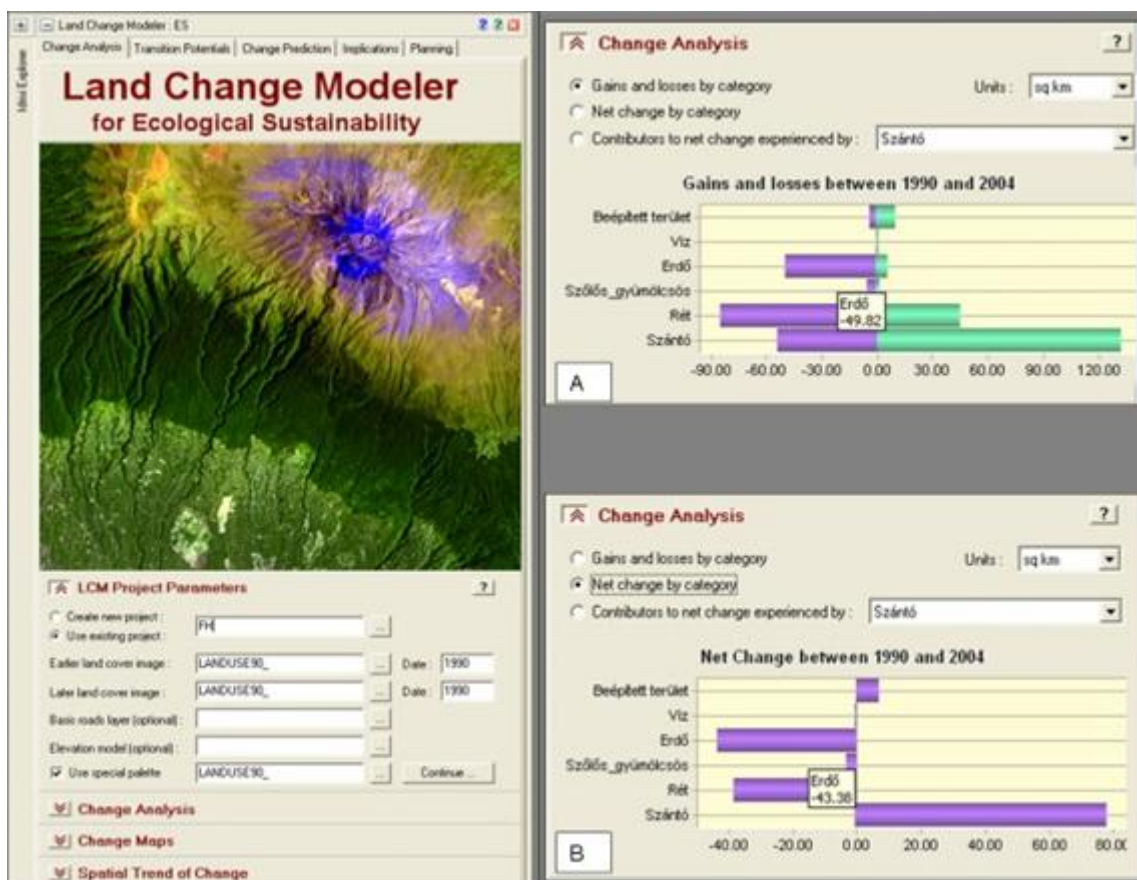
vannak, ami a két kategória keveredését, téves osztályozását eredményezte. A Velencei-tó víz és nád borítását topográfiai térkép felhasználásával és az űrfelvételek vizuális interpretációjának együttes alkalmazásával lehetett a legnagyobb megbízhatósággal meghatározni. A tapasztalatok azt mutatják, hogy más időpontban készült felvételeken ez a két kategória egyértelműen elkülöníthető.

- A szőlő- és gyümölcsös területek osztályba sorolási pontosságát a termesztett gyümölcsfaj, a fák, szőlők állapota befolyásolja. Ezekre a területekre jellemző intenzitási értékek sok esetben keveredtek a parlagon hagyott területekkel, gyepterületekkel és egyes esetekben a szántókkal.
- A mezőgazdasági művelés alatt álló termőföldeken a tizennégy év eltéréssel készült űrfelvételeken nagyon jól láthatók a talajművelési (kis- és nagytáblás művelés) formában bekövetkezett változások. A szántóterületeket vizsgálva, azokra nézve több alkategóriát hoztunk létre. Az osztályozás során külön vettük figyelembe a vegetációval borított és a vegetációmentes táblákat. Figyelembe vettük továbbá az erózióra vagy a magas víztartalomra levezethető táblán belüli heterogenitásokat is. A végleges térképszerkesztés előtt az alkategóriák összevonásra kerültek.

3.2.3. 8.3.2.3. A földhasználat változásának térbeli elemzése a Land Change Modeler alkalmazásával

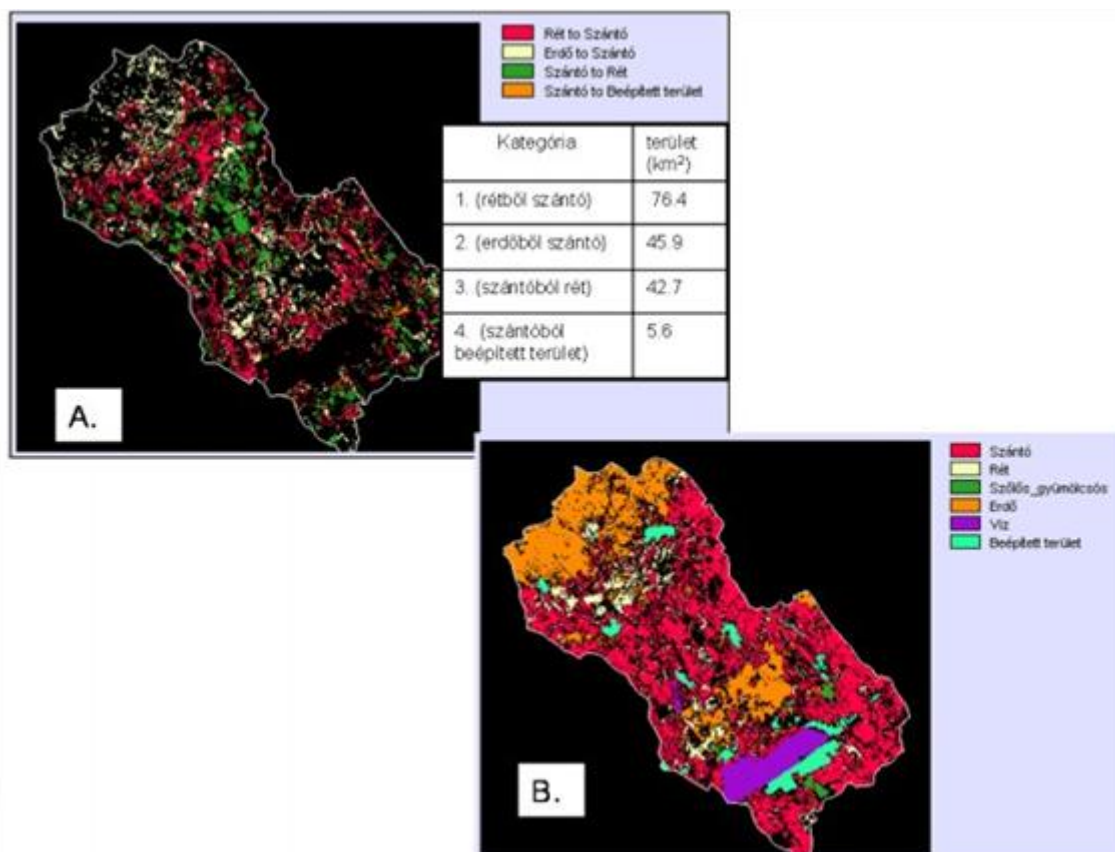
Az IDRISI Andes program Land Change Modeler moduljával – a két különböző időpontban készült tematikus térkép alapján – az érintett terület változásának elemzését végezhetjük el. Az LCM modullal a változásokat mutató grafikonokat és térképeket lehet elkészíteni, melyekről leolvasható az egyes kategóriák változásának mértéke. Az adatok elemzését a következő szempontok szerint vizsgálhatjuk (8-9. ábra):

- kategóriánkénti területcsökkenés, illetve -növekedés
- kategóriánkénti változás (területnövekedés és -csökkenés különbözete)
- adott kategória átmenete egy meghatározott (vagy bármely) kategóriába



8-9. ábra LCM: A) Kategóriánkénti területcsökkenés, illetve -növekedés, B) Kategóriánkénti változás (területnövekedés és -csökkenés különbözete)

A fent felsorolt (8-9. ábra) változásokat, valamint a kategóriák stabilitását térképen is tudjuk ábrázolni (8-10. ábra). A terület változásaiból trendek állapíthatók meg a jövőre nézve is.



8-10. ábra A.) Az 1990 és 2004 földhasználat változásának térképi megjelenítése B.) Az 1990-es és a 2004-es év földhasználat stabilitásának térképi megjelenítése

A távérzékelésnek mint adatforrásnak az egyik alapvető alkalmazása a megújuló természeti erőforrások vizsgálata, monitoringja. A termőföld is ilyen erőforrásokhoz tartozik. A földhasználat felmérésében, változásainak vizsgálatában a távérzékelési adatokat eredményesen alkalmazzuk. A Land Change Modelerben a térbeli elemzések eszközeit továbbfejlesztették, ami új lehetőség ad a környezetvédelmi monitoringra, változás- és idősoros elemzésekre.

4. 8.4. Összefoglalás

A modul a Velencei-tó vízgyűjtője példáján mutatja be a távérzékelést mint elsődleges adatforrást a földhasználat felmérésében és monitoringjában. A tananyag elsajátításával Ön átfogó ismereteket kap a távérzékelésen alapuló feladat megoldásának folyamatáról, a felvételek kiválasztásától a tematikus térképkészítésig és statisztikai adatok kiértékeléséig. Az IDRISI térinformatikai szoftver képfeldolgozó, valamint térben és időben lezajló folyamatok analizésére kifejlesztett eszköztára megismerésével Ön alapszintű információt nyer a térinformatikai szoftverek szerepéről a digitális képelemzésben és a több időpontú adatok térbeli kiértékeléséről is.

Önellenőrző kérdések

1. Foglalja össze a távérzékelési adatok kiértékelési módszerekkel szemben támasztott általános követelményeit!
2. Vázolja fel a távérzékelésen alapuló feladat megoldásának egyes lépéseit! Részletezze a távérzékelési adatok kiválasztásának szempontjait a földhasználat felméréséhez!
3. Az IDRISI példáján adja meg egy képfeldolgozó szoftver általános jellemzőit!
4. Hogyan látja a távérzékelés szerepét a megújuló erőforrások kutatásában, monitoringjában?

5. Jellemezze a műholdas felvételek alkalmazási lehetőségeit a földhasználat felmérésében és a változások nyomon követésében!

Irodalomjegyzék

1. Csornai G. – Dália O.: *Távérzékelés.*, EFE FFFK jegyzet. Székesfehérvár, 1991
2. *IDRISI ANDES, TAIGA*, <http://www.clarklabs.org/>
3. Verőné Wojtaszek M.: *Földhasznosítás változásának követése távérzékeléssel a Velencei-tó vígyűjtőjében.* Geomatikai Közlemények, 2009