



SZAKDOLGOZAT

**Távérzékelés alkalmazása a másodlagos
szukcesszió térképezésében a
mezőgazdasági művelésből felhagyott
területeken**



ÓBUDAI EGYETEM
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Péntek Viktor

Neptun kódja: [REDACTED]

Képzés: szak, szakirány (specializáció/modul), tagozat: Földmérő és földrendező mérnök geoinformatikai szakirány

Intézet: Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar Geoinformatikai Intézet

Szakedolgozat száma: 404/2017

A dolgozat címe: Távérzékelés alkalmazása másodlagos szukcesszió térképezésében a mezőgazdasági művelésből felhagyott területeken

A dolgozat címe angolul: Mapping secondary succession on abandoned agricultural land by using remote sensing.

Feladat:

1. Szakirodalom alapján foglalja össze:
 - a. a távérzékelés adatnyerési és alkalmazási lehetőségeit, különös tekintettel a földhasználati felmérésekre
 - b. az utóbb évtizedekben lezajló földhasználat változásait, valamint a másodlagos szukcesszió folyamatát
2. Egy mintaterület távérzékelési adatai és korabeli térképek alapján végezze el a földhasználati változások analizisét, készítsen tematikus térképeket, statisztikai elemzéseket!
3. Mezőgazdasági művelésből felhagyott területeken vizsgálja meg a felszínborítás változásmértékét! A másodlagos szukcesszió vizsgálatát és térképezését távérzékelési adatok osztályozásával végezze el!
4. Mutassa be az alkalmazott képelemzési módszereket!
5. Értékelje a munka során alkalmazott módszereket!

Beadandó munkarészek: a feladat részletes leírása, elkészült munkarészek digitális formában

Intézményi konzulens neve: Verőné Dr. Wojtaszek Małgorzata, egyetemi docens

Külső konzulens neve, munkahelye:

A kiadott téma elévülési határideje: 2 év

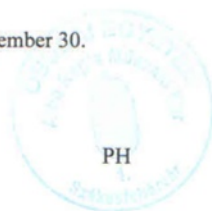
A beadás határideje: 2017. december 15

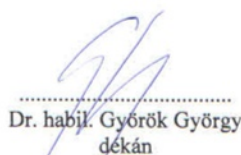
A záróvizsga tárgyai: komplex záróvizsga

Székesfehérvár, 2017. szeptember 30.



Dr. Busics György
intézetigazgató




Dr. habil. Győrök György
dékán



ÓBUDAI EGYETEM

Alba Regia Műszaki Kar
Mérnöki / Geoinformatikai Intézet

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat/diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban/diplomamunkában található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: Székesfehérvár, 2017.12.11



.....
hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés:	6
2. Summary:	7
3. Magyarország földhasználatának rövid történelmi áttekintése	8
3.0.1 Rendszerváltás előtti földhasználat Magyarországon	8
3.0.2 Földhasználat a két világháború között	9
3.0.3 Magyarországi birtokrendezés a II. világháború után	10
3.0.4 Rendszerváltással kezdődő birtokpolitika	11
3.0.5 Napjaink birtokrendezése	11
3.1 Szukcesszió	12
4.0 A távérzékelés bemutatása	15
4.0.1 A távérzékelés fizikai törvényei	15
4.0.2 Felhasznált spektrumtartományok	16
4.1 A távérzékelésben használt felvevőrendszerek	17
4.1.1 A LandsAT rendszer	17
4.1.2 A SPOT rendszer	18
4.1.3 Kereskedelmi rendszerek	20
4.2 A Copernicus program (ESA)	20
4.3 A távérzékelés alkalmazási területei	22
4.3.1 Térképészeti alkalmazások	22
4.3.2 Hidrológiai alkalmazások	23
4.3.3 Mezőgazdasági alkalmazások	24
4.3.4 Alkalmazások a növénytermesztésben:	24
4.3.5 Talajtani alkalmazások:	25
4.3.6 Talajtérképezés távérzékelte adatok alapján:	27
4.4 A CORINE program:	27
5.0 Távérzékelte adatok feldolgozása	29
5.1 Vizuális interpretáció:	30
5.2 Számítógépes képiértékelés:	31
5.2.1 Előfeldolgozás:	32
5.2.2 Képosztályozás:	32
5.2.3 Kontúr alapú szegmentálás:	34
5.2.4 Hisztogram alapú szegmentálás:	35

5.2.5 Régió alapú szegmentálás:	35
5.2.6 Területnövelő szegmentálás:.....	35
5.2.7 Vágás alapú módszerek:.....	36
6.0 Feldolgozáshoz használt szoftverek.....	37
6.1 Az eCognition szoftver:	37
6.1.2 Szegmentálás elvégzése eCognitionnel:.....	37
6.1.3 Osztályozás az eCognitionnel:	39
6.2 IDRISI szoftver:	39
7.0 Mintaterület bemutatása:.....	41
8.0 Távérzékelte felvételek feldolgozása:.....	42
8.1 II. Katonai felmérés feldolgozása	42
8.3 Sentinel felvétel feldolgozás:	49
8.4 Szukcessziós területek:	51
8.4.1 Tematikus térképek készítése:	55
9.0 A mintaterület földhasználati elemzése:	57
9.1 II. Katonai felmérés alapján:	57
9.2 LandSAT felvétel alapján:	58
9.3 Sentinel felvétel alapján:	58
10. Összefoglalás:	60
Irodalomjegyzék.....	61

1. Bevezetés:

Környezetünk a XXI. században komoly változásokon megy keresztül. Az emberi tevékenység hatására földjeink, vizeink és a levegő tisztasága folyamatos romlásnak indult. Megőrzésükre és a biodiverzitás fenntartására szükségesek olyan információk, amelyek segítségével a kiváltó okok és tényezők feltárhatók. Mivel a környezetünk nagyon összetett és elemei szoros kapcsolatban állnak egymással ezért globális szintű módszereket kell alkalmazni. Ilyen nagy területekről, homogén adatok gyűjtésére alkalmaz eszköz a távérzékelés. A távérzékelés segítségével a múltban elkezdődő folyamatok vizsgálata is lehetővé válik. Dolgozatomban a másodlagos szukcesszió mértékét vizsgálom olyan területeken, amelyek kimaradtak a mezőgazdasági művelés alól. Témámhoz erősen kapcsolódik a földhasználat térképezése is, amelyet szintén megteszek Fejér megye déli részén, Mezőföldön, Sárréten, amely természeti védettséget is élvez. Dolgozatomban bemutatom Magyarország birtokrendezési rendszerének történelmét, amely hozzájárult napjaink földhasználatához. A távérzékelés adatgyűjtésének alapjait illetve a feldolgozásom során használt műholdfelvételek kiértékelésére használt technikákat.

2. Summary:

Our environment faces serious changes in the XXI. century. The quality of earth, water and air declined in our time. To protect our environment and biodiversity we need a system to analyse the causes and develop countermeasures. As our environment is complex, we can not localise our studies and analyses, we need a method to gather data on a global scale. This method is remote sensing. With it we can study our past actions and with them we can make better assumptions to the consequences of our actions. In my thesis I will present land consolidation in Hungary which lead to the current land cover of the country. Also about landcover mapping and I will analyse how extensive is the secondary succession on the examined area. I will also present the basics in remote sensing, the methods to interpret remote sensed data.

3. Magyarország földhasználatának rövid történelmi áttekintése

A mezőgazdaságban a földhasználat alatt a termelésben részt vevő és azt elősegítő területek felhasználásának módját értjük. Más szóval a művelési ágak elhelyezkedését adott területen és azon belül a környezethez való viszonyukat. A földhasználat a térhasználat része, annak bizonyos elemeit tartalmazza azonban tágabb fogalom is egyben mivel a természeti erőforrások hasznosításához szükséges terület-igénybevétel mellett érinti a feldolgozási és szolgáltatási szféra terület-igénybevételének problémáit is.

A földhasználatban két megközelítési mód használatos:

- Az egyik megközelítés szerint a rendelkezésre álló területek felhasználásának lehetőségeit vizsgálhatjuk úgy, hogy az egész rendszer hatékonyságának feltételeit tartjuk szem előtt.
- A másik megközelítésnél a különböző szinteken hozott fejlesztéseket a földfelszín mely területén helyezük el.

Ezen két megközelítés valahol találkozik mivel a legfontosabb cél a földterület legkedvezőbb, legésszerűbb igénybevétele. (Birkás, 2001) (Magda, 2002)

3.0.1 Rendszerváltás előtti földhasználat Magyarországon

A mezőgazdaság mindig jelentős szerepet töltött be Magyarországon a kedvező természetföldrajzi adottságai miatt. A jól működő mezőgazdaság létehez feltétlenül szükségesek a megfelelően kialakított földbirtok-politikai elvek. A földügyekre nagy befolyással vannak a nemzetközi és hazai gazdaság-politikai feltételek. A 19-20. század fordulójára az agrárstruktúra lényeges változásokon ment át egész Európában. Ennek az átalakulásnak a hatására az agrárnépsűrűség csökkenésnek indult, az emberek más munkában találtak megélhetést vagy kivándoroltak, hogy néhány év keresetéből a szülőföldjükre hazatérve földet vásárolnak.

Azonban Magyarországon a földterület kevés volt, hogy mind rászoruló számára elegendő legyen mivel nagyon sok volt az uradalmi, kötött birtok (1938-ban 2,3 millió kataszteri hold) amelyeknél a jobbágyszabadítás nem járt földosztással.

A földreformot elsőként Darányi Ignác kezdeményezte egy törvényjavaslattal, azonban ez nem került napirendre. Áchim András indítványát mely szerint az 1000 kataszteri holdnál nagyobb birtokokat parcellázni kell bérbeadásra, szintén elutasította a parlament. Saját birtokán Károlyi Mihály gróf az első világháború idején próbálkozott földosztással, de követői nem akadtak illetve a körülmények sem voltak kedvezőek. (Dorgai, 2004)

3.0.2 Földhasználat a két világháború között

Az I. világháború után az ország gazdasági egysége megbomlott. Ez a változás olyan időben történt, amikor a nemzeti jövedelem 40%-át tette ki a mezőgazdaság még úgy is, hogy az egyoldalú birtokszerkezet dominált, a gazdálkodás korszerűtlen eszközökkel történt és a talajerő gazdálkodás nem volt megfelelő.

A gazdasági egység megbomlása után több okból szükségessé vált a földreform végrehajtása, ami 1920-ban meg is történt. A földreform során 927000 kataszteri holdat osztottak ki, ami a nagybirtokok 10%-át érintette azonban ez alatt a birtokstruktúra nem változott jelentős mértékben.

A földreform után a nagybirtokok aránya 30% lett, a közép- és kisbirtokok 60%-át tették ki a földterületeknek és 10% volt a törpebirtokok területe, majd az elkövetkező években főként öröklések folyamán tovább folytatódott a földterületek elaprózódása. Ekkor a mezőgazdasági népesség 42%-ának nem volt saját földbirtoka.

Ez a földreform az 1920-as XXXIV. törvénycikk értelmében történt, amelyet 1924-ben és 1928-ban kiegészítettek. A megvalósítás érdekében létrejött egy új szervezet, az Országos Földbirtokrendező Bizottság illetve a Földművelésügyi Minisztérium is részt vállalt a munkálatokban. A földreform során kevés földet osztottak ki sok személy között ezért sok esetben életképtelen, kis birtokok jöttek létre és hiába csökkent a nagybirtokok száma, gazdasági súlyuk megmaradt a kis birtokok nem megfelelő művelése révén.

A törvénycikkben bevezetésre került egy különleges intézmény, a vitézi telek intézménye, amelyet a vitézi rend tagjai kaphattak, ez a terület nem volt terhelhető és elidegeníthető. A harmincas években a vitézi telkek területe 64 ezer kataszteri hold volt, amely 3700 kedvezményezett között oszlott meg.

A földreform során Magyarország 16 millió kataszteri hold teljes területére 11 millió földrészlet került, azaz az átlagos parcellaméret 1,5 hold volt. Ennek és a további aprózódásnak a következtében szükségessé vált az ország egész területére kiterjedő teljes földrendezés elindításának szükségessége.

Ezen birtokrendezés alatt 1943-ig 268 község külterületének átalakítása történt meg az eredményesebb mezőgazdálkodást elősegítendő. Ez alatt az úgynevezett „polgári tagosítás” alatt a korábbi rendezetlen, úthálózat által elérhetetlen földterületeket felváltották az átlátható, szabályos területek, amelyekhez elérő úthálózatot alakítottak ki, valamint a sok más előny mellett a közigazgatás leegyszerűsödését is lehetővé tette.

Ez a tagosítás véget ért a II. világháború előtt, majd az elkövetkező évtizedek folyamán nem történt jelentős változástagosításban és birtokrendezésben.

(Dorgai, 2004)

3.0.3 Magyarországi birtokrendezés a II. világháború után

Az ideiglenes nemzetgyűlés 1944. december 21-én kinyilvánított egy új földosztás beindítására vonatkozó szándékát. Ennek végrehajtásához 1945. március 15.-én kiadtak egy kormányrendeletet, amely szeptember 16.-án törvénné emelkedett.

Az 1945-ös a földreformnak hatására a rendelkezésre álló 325800 kataszteri hold területből egy személynek átlagosan 5.1 hold jutott.

Ez alatt a földreform alatt kisajátításra kerültek a 100 kataszteri holdnál nagyobb úri és a 200 holdnál nagyobb paraszti birtokok valamint a háborús bűnösök birtokai. Ezzel a kisajátítással a föld 34,8%-a tulajdonost cserélt.

Ennek a földreformnak nem gazdasági megfontolásai, hanem politikai és szociális megfontolások mozgatták. Ezért a földosztáson olyanok is földhöz jutottak, akik előismeretek illetve megfelelő felszereltség hiányában nem tudtak hatékony mezőgazdasági termelést végezni.

A földreform után már 1948-ban kiadtak egy kormányrendeletet, amely a magyar mezőgazdaság kollektivizálását indította el. Ez az átszervezés több ütemben (1950-1956, 1958-1967) történt. Ez alatt több típusú és különböző mértékben kollektivizált szövetkezetek és állami gazdaságok jöttek létre. Ezeken a területeken belül történtek

birtokrendezések, ekkor születtek új birtokfogalmak. (Pl.: termelőszövetkezeti oszthatatlan csoport és személyi tulajdon, háztáji tulajdon)

Az 1970-es évek elején folytatódtak az állami gazdaságok és szövetkezeti területek összevonása. Így 1975-ben a közös gazdaságok 84%-a meghaladta az 1500 hektárt.

3.0.4 Rendszerváltással kezdődő birtokpolitika

A mezőgazdasági földpiac 1989. július 1.-től nyílt meg Magyarországon. Az ezt megelőző 5 évtizedben a termőföld nem rendelkezett piaci értékkel. Majd 1991-ben megszületett a földmagántulajdon jogi korlátozása, az I. kárpótlási törvény. Ez a törvény kizárta a jogi személyiségű társaságokat és a külföldieket a tulajdonszerzésből.

A rendszerváltás jelentős gazdasági-társadalmi átalakulással járt országunkban. A gazdasági szférában a magántulajdon visszaállítása és az egyéni gazdálkodás dominanciája került előtérbe illetve megkezdődött a korábbi sérelmek orvoslása, azaz a kárpótlás. A kárpótlás során a közös tulajdonú földeket úgy vonták magántulajdonba, hogy földárveréseket tartottak, amelyen kárpótlási jegy ellenében licitálhattak a kárpótlásra jogosultak. A 90-es évek során megkezdődött a nagy üzemek, állami gazdaságok és termelő szövetkezetek privatizációja. Ez az átalakulás jelentős változásokhoz vezetett a tulajdonosi viszonyokban. Erre az időszakra a kis és közepes egyéni változások voltak számbeli fölényben azonban a társas vállalkozások dominánsabbak voltak a földhasználati hányaduk és fejlettebb eszközparkjuk révén.

A termőföld privatizáció országszerte a termőföldek háromnegyedét érintette. Az ezen kívül eső rész ez előtt is magántulajdonban volt.

Ez a folyamat 3-5 évre tervezett volt azonban 2003-ban, egy évtizeddel a megkezdés után is még csak 98%-os készütségű volt. A privatizáció, részarány kiadás és kárpótlás során 5,6 millió hektár termőföld került 2,6 millió magánszemély tulajdonába. (Dorgai, 2004)

3.0.5 Napjaink birtokrendezése

A privatizáció, részarány kiadás és kárpótlás befejezésével hosszabb ideig nem történt nagyobb birtokrendezési folyamat hazánkban.

Azonban 2012. január 1-étől elindult a részarány kiadás során keletkezett osztatlan közös tulajdonok megszüntetése. A folyamat elindítását a tulajdonosok kezdeményezhetik a körzeti földhivatalnál a megfelelő nyomtatványok benyújtásával. A nyomtatványok benyújtásának 2012. június 1-i határidején belül beérkezett kérelmek esetében a Magyar Állam átvállalta az önálló földrészletek kialakításának költségeit.

Az osztatlan közös tulajdonok megszüntetése jelen pillanatban is tart még.

Készültségére vonatkozó adatok nem ismertek azonban a folyamat fontosságát felismerve a Magyar kormány 2020-ig több ütemben kívánja végrehajtani az osztatlan közös tulajdonok megszüntetését. Az eljárásra fordított pénzügyi keret a 2014-2019 közötti tervezethez képest a duplájára növekedett majd 2015-ben elérte a 3 milliárd forintot, 2017-től pedig 3,5 milliárddal kalkuláltak. (Dr. Szabó, 2017) (Földhivatal)

3.1 Szukcesszió

Az iparosodás jelentős társadalmi, technológiai és gazdasági változásokat hozott a 19-20. században. Ezek a változások a mezőgazdaságban is jelen voltak. Kialakult a piacorientált termelés. Megjelentek a termelést elősegítő gépek, amelyek jelentősen növelték a megművelhető termőföld méretét valamint a vegyipari fejlesztések lévén a műtrágyát is alkalmazni kezdték.

A nagyobb megművelhető termőterület lehetővé tette, hogy tovább növeljék a mezőgazdaságban hasznosított földterületeket. Ebben az időben ezért rengeteg erdős területet kivágtak és termőföldként hasznosították tovább. Idővel azonban nyilvánvalóvá vált, hogy a túlzott termelés és műtrágyázás a termőföld minőségromlásához vezet. Ekkor a mezőgazdasági termelés ismét visszaszorult és művelés nélkül maradtak a korábban megtisztított területek. Ezeken a magukra hagyott területeken idővel elkezdődött a másodlagos szukcesszió, amely során, a területen újra megjelenik, illetve elburjánzik a növényzet. Ha elegendő ideig háborítatlanul marad a terület, akkor újra beerdősödik.

Szukcesszió során adott terület növényzetében végbemenő egyirányú változások folyamatát értjük. Ez a folyamat nem megfordítható. A társulás populációja részleges vagy teljes átalakuláson megy keresztül. A folyamat során megváltozott környezethez igazodva bizonyos fajok eltűnnek, de helyettük megjelennek új fajok. Kezdetben a pionír, azaz a kezdőtársulás jelenik meg, majd az éghajlati viszonyoknak megfelelően

kialakulnak a bonyolultabb szűktűrésű fajok is, ez az úgynevezett klimax vagy záró társulás. Ezen fajok megjelenésével ér véget a szukcessziós folyamat.

A szukcesszió két fő típusa határozható meg, ez a primer, azaz elsődleges és a szekunder szukcesszió, amely a **másodlagos szukcesszió**.

Primer szukcesszióról beszélünk, ha a területen az előtt nem volt élet. Ilyen például egy új vulkáni sziget, amelyen megjelennek új pionír társulások. A szekunder szukcesszió esetén egy huzamosabb ideig változatlan területen indul tovább a szukcessziós folyamat. Például egy kaszálóként használt terület kaszálásával felhagynak, ami után a terület beerdősödik. (Dr. Bihari Zoltán, 2008)

Hazák területe többnyire tipikus agrártalaj, sok művelt területen folyik gyümölcsstermesztés vagy szőlőművelés. A művelt területek arányaira és összetételére jelentős hatással vannak a gazdasági, társadalmi változások. Hazánkra jellemző, hogy egyre több terület kimarad a mezőgazdasági művelés alól. Ezeken a parlagokon, felhagyott szőlők helyén megindulhat a másodlagos szukcesszió. Eredményeképpen lehet faj gazdag, természetvédelmi szempontból értékes, az eredeti vegetációhoz hasonló fajösszetétel és növényközösség jön létre. A mezőgazdaságnak a lösz területek voltak kiemelt célpontjai meg az azokon kialakult csernozjomtalajok termőképessége kiemelkedő. Ezen talajok eredeti vegetációjának kevés esélye maradt a megmaradásban. Ezek a területek szinte teljesen művelés alá kerültek. A magángazdaságok birtokai között sávokban még megtalálható maradt a lösznövényzet, de a tsz-ek létrejöttével ezek eltűntek. Ezek után megmaradó kis területű fel nem szántott gyepek másodlagos gyeppé alakultak, erős degradálódásnak indultak. Ezeknek a gyeptöredékeknek kiemelt a természetvédelmi értéke. Az ilyen gyepterületeket veszélyeztető folyamatok az élőhelyek teljes pusztulását jelentik. Az ilyen területek elszigetelődhetnek és megszűnhet a génáramlás lehetősége, ezért a génkészlete leromlik. A gyepterületeink kialakulásában a mezőgazdaságnak és az ember tájátalakító munkáinak is szerepe van ezért fennmaradásukhoz szükséges a fenntartható kezelés. A rendszere kaszálás és legeltetés hozzájárulhat a fenntartáshoz. Ennek elmaradása gyomosodást, cserjésedést és erdősödést eredményez. (Házi, 2012)



1. ábra, Parlagterületen kialakuló másodlagos szukcesszió (műholdfelvételek 2011, 2013, 2015, 2017)

Az **1. ábrán** látszik a másodlagos szukcessziós kialakulásának folyamat egy olyan területen, amely korábban mezőgazdasági művelés alatt állt. A 2011-es felvételen, a területen megjelennek a lágyszárú növények, 2013-ban cserjésedés indul meg majd a 2015-ös és 2017-es felvételeken sűrűsödésnek indul a fás szárú vegetáció.

4.0 A távérzékelés bemutatása

Távérzékelés alatt értjük azt az adatnyerési módszert, amely során nem kerülünk fizikai kapcsolatba a vizsgált területtel. Ezen eljárás során az elektromágneses energia közvetítésével kapunk adatokat a vizsgált tárgy adataihoz. Az elektromágneses energia lehet természetes vagy mesterséges forrásból származó. A természetes forrásból származó energiát érzékelő rendszereket nevezzük passzív távérzékelési rendszereknek.

Ha a felvevő berendezés végzi el az energia kibocsátását is és detektálását is, akkor pedig aktív rendszerről beszélünk. (Malgorzata, Fotointerpretáció és Távérzékelés 1:A távérzékelés fizikai alapjai, 2011)

4.0.1 A távérzékelés fizikai törvényei

A természetes forrású elektromágneses energia fő forrása a Nap, de a földfelszín és azon levő tárgyak kibocsátott sugárzása is használatos. Mesterséges forrás lehet például a mikrohullámú energiát kibocsátó antenna radarja vagy lézerefényt kibocsátó szenzor.

Az elektromágneses sugárzás szinuszos hullám formájában halad fénysebességgel. Jellemezni három elemmel lehet, ezek:

- **hullámhossz, Jele: λ**
Ez alatt értjük a két szomszédos szinuszos hullám csúcsa közötti távolságot értjük.
- **frekvencia, Jele: ν**
Meghatározza egy időegység alatt egy ponton áthaladó csúcsok számát.
- **sebesség, Jele: c**
Ez a fénysebesség, amely állandó értéknek tekinthető.

A frekvencia és a hullámhossz között fordított arányosság áll fenn és mivel a fénysebesség állandónak tekinthető ezért egyértelműen jellemzik az elektromágneses sugárzást. (Malgorzata, Fotointerpretáció és Távérzékelés 1:A távérzékelés fizikai alapjai, 2011)

$$c = \nu * \lambda$$

4.0.2 Felhasznált spektrumtartományok

Az elektromágneses spektrumnak csak bizonyos tartományait használjuk fel a távérzékelés során. A különböző tartományokra különböző fizikai törvényszerűségek érvényesülnek, amelyek befolyásolják a felvevő rendszerek technikai megvalósításait. Leggyakrabban használt elektromágneses sávok a távérzékelésben:

- **A látható fény tartománya (VIS)** alatt értjük a 0,4-0,7 μm hullámhosszú sugárzást. Ezt a sugárzást képes érzékelni az emberi szem, kéktől a zöldön át a pirosig terjed.

- Infravörös tartomány, amelyet három további részre szokás osztani:

- Közeli infravörös (NIR)

Ebbe a kategóriába tartozik a 0,7-1,3 μm -ig terjedő sugárzás. A látható fényhez hasonlóan ebben a sávban is a Nap által kibocsátott sugárzás közvetíti az információt.

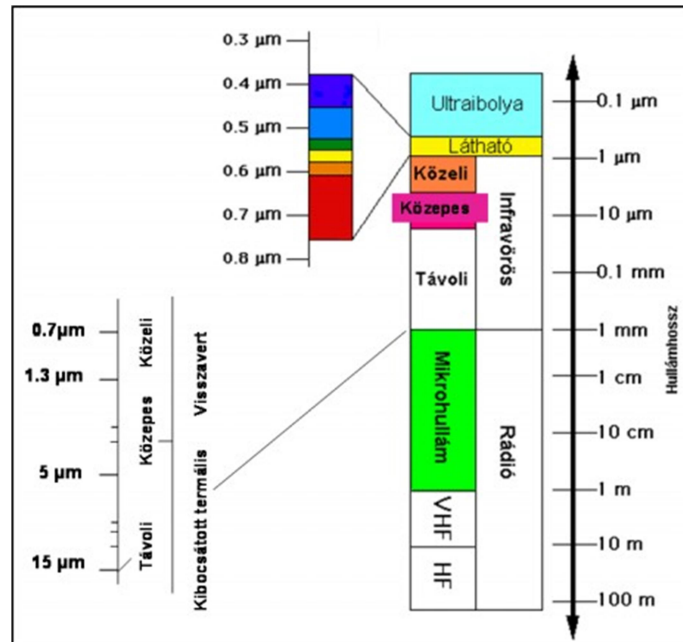
- Közepes infravörös (MIR)

A visszavert energia mellett belép a Föld által kibocsátott energia a közepes infravörös tartományban. Ez a tartomány az 1,3-3 μm hullámhosszú energiát jelenti.

- Távoli infravörös (TIR)

Ezen tartomány hullámhossza a 3-tól 15 μm -ig terjed. Másik nevén termális infravörös tartomány ugyanis jelentőssé válik a földfelszín által kibocsátott energia, azaz a felszín termális tulajdonságainak vizsgálatára nagyon alkalmas.

- A **Mikrohullámú tartomány** jelentősége, hogy a légköri viszonyoktól és napszaktól függetlenül használható adatnyerésre mivel ebben a tartományban minimális hatása van az atmoszférának. ($\lambda=1 \text{ mm} - 1 \text{ m}$) (Malgorzata, Fotointerpretáció és Távérzékelés 1:A távérzékelés fizikai alapjai, 2011)



2. ábra. Az elektromágneses spektrumtartományok (Malgorzata, Fotointerpretáció és Távérzékelés 1:A távérzékelés fizikai alapjai, 2011)

4.1 A távérzékelésben használt felvevőrendszerek

A távérzékelés megvalósulását és fejlődését az űrtechnológia fejlődése tette lehetővé. Legfőbb adatnyerési mód a műholdakon elhelyezett felvevőrendszerek által készített felvételek. A műholdakról történő távérzékelési felvételekkel elsőként a NASA kísérletezett majd 1972-ben fellövésre került az első távérzékelési műhold, amelyet sok másik követett különböző programok keretében. Ezek a műholdak eleinte Országos kezdeményezésű programok lévén készültek azonban az ezredfordulókor teret nyertek a kereskedelmi célú műholdak is, amelyek tovább növelték az távérzékelési adatok minőségét és pontosságát. (Malgorzata, Fotointerpretáció és Távérzékelés 1:A távérzékelés fizikai alapjai, 2011)

4.1.1 A LandsAT rendszer

A NASA korábbi távérzékelési kísérleteire alapozva megkezdett egy földmegfigyelő műholdsorozatot kidolgozni. Ez a sorozat lett az ERTS (Earth Resource Technology Satellites) amelyet később átkereszteltek LandsAT rendszerre. A sorozat első műholdját 1972-ben állították föld körüli pályára, hogy az időben és térben lejátszódó földfelszíni folyamatokhoz adatokat nyerjenek.

A program alatt jelen pillanatban 8 műholdat készítettek és lőttek fel, ebből azonban a LandsAT 6-ot nem sikerült pályára állítani. Ezen sorok írásakor a LandsAT 7 és 8

működőképes azonban előreláthatólag 2020 decemberében a LandSAT 9 is csatlakozik az aktív műholdakhoz. (USGS, 2017) Az eddigi LandSAT műholdak technikai adatait a 2.1-es táblázat mutatja.

1. táblázat. A LandSAT műholdak technikai adatai (Satimagingcorp)

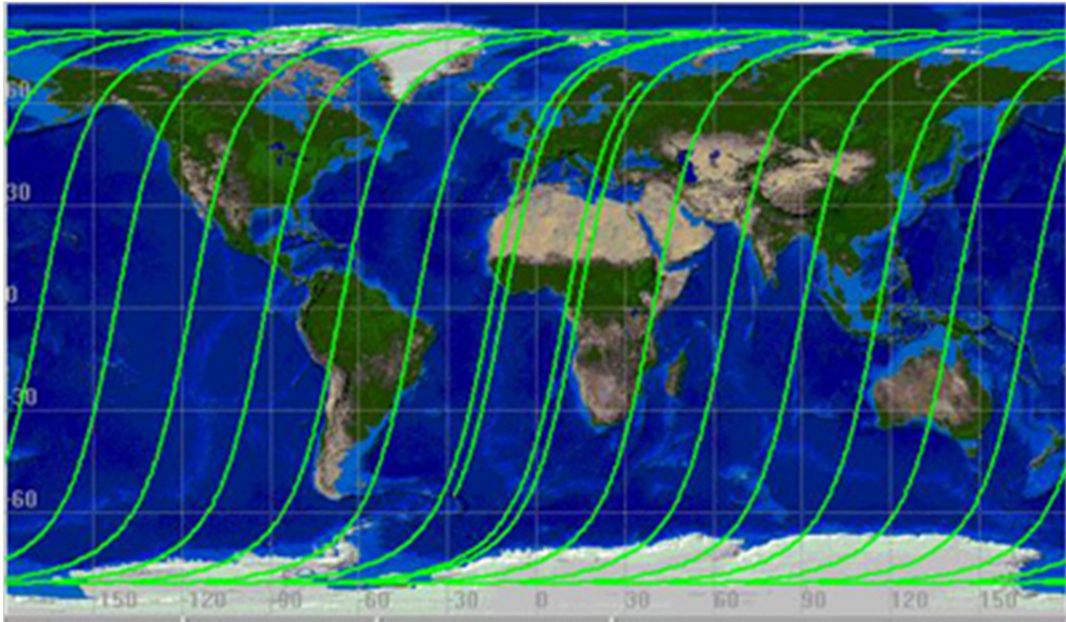
Műhold neve	Működési idő	Szenzor	Sávok száma	Térbeli felbontás	Visszatérési idő	Radiometriai felbontás
LandSAT-1	1972.07.23-	RBV	3	80 m	18 nap	63
	1978.01.06	MSS	4	80 m		
LandSAT-2	1975.01.22-	RBV	3	80 m	18 nap	63
	1982.02.25	MSS	4	80 m		
LandSAT-3	1978.03.05-	RBV	1	40 m	18 nap	63
	1983.03.31	MSS	4	80 m		
LandSAT-4	1982.07.16-	MSS	4	80 m	16 nap	255
	2001.06.15	TM	7	30 m		
LandSAT-5	1984.03.01-	MSS	4	80 m	16 nap	255
	2013.06.05	TM	7	30 m		
LandSAT-6	1993.10.05-	ETM	1 (pan)	15 m	16 nap	255
	1993.10.05		7	30 m		
LandSAT-7	1999.04.15-	ETM+	1 (pan)	15 m	16 nap	255
			7	30 m		
LandSAT-8	2013.02.11-	OLI	1 (pan)	15 m	16 nap	255
			8	30 m		
		TIRS	2	100 m		

A területi lefedettség 185 km x 170 km minden műhold esetén. A műholdak pályája közel poláris napszinkron pálya, aminek eredményeképpen azonos területről azonos napszakban készítenek felvételeket a műholdak. Azaz a megvilágítási szög azonos marad, így folyamatok vizsgálatánál, több kép szemlélésénél az árnyék viszonyok azonosak a felvételeken. (Malgorzata, Fotointerpretáció és Távérzékelés 2: Felvevőrendszerek, 2011)

4.1.2 A SPOT rendszer

A francia kormány 1978-ban hozott döntést egy földmegfigyelő műholdprogram kidolgozásáról. A program kidolgozásában 30 ország vett részt ezért a program

nemzetközivé szélesedett. Az első műhold 1986-ban került fellövésre. A legutóbbi a SPOT-7 2014-ben került föld körüli pályára.



3. ábra. A SPOT műholdak pályái (<http://spot5.cnes.fr/gb/systeme/310.htm>)

Ezen műholdak is közel poláris napszinkron pályán mozognak, mint a LandsAT program műholdjai. A visszatérési idejük azonban hosszabb, 26 napot vesz igénybe azonban a rendszer előnye, hogy földi irányítással a felvevő rendszer 27° -al elforgathatóak a műhold haladási irányára merőlegesen bal és jobb irányban is azaz sztereoképpárok készítésére illetve oldalra tekintő felvételek készítésére is alkalmas. Ez az oldalra tekintő felvételezés a visszatérési idő csökkentését is lehetővé teszi, akár 1-5 napra azonban a pixelméret növekedését eredményezi. (Malgorzata, Fotointerpretáció és Távézékelés 2: Felvevőrendszerek, 2011)

Jelenleg több ország rendelkezik saját műholdakkal, ilyen például az indiai IRS rendszer. Az indiai erőforrás kutató rendszer első tagját 1988 márciusában lőtték fel. A SPOT és LandsAT műholdakhoz hasonlóan közel poláris napszinkron pályán keringenek 22-24 napos visszatérési idővel. Ezen műholdak egyre jobb térbeli felbontásukkal, megbízható működésükkel jól egészítik ki a SPOT és LandsAT műholdak felvételeit. (Malgorzata, Fotointerpretáció és Távézékelés 2: Felvevőrendszerek, 2011)

4.1.3 Kereskedelmi rendszerek

A távérzékelésben is megjelentek a kereskedelmi célú felvevő rendszerek. Ezek a műholdak szuper nagy térbeli felbontással rendelkeznek azonban a területi lefedettségük jelentősen kisebb, mint az eddig bemutatott rendszereknek. Ezek:

- IKONOS (1999)
- Quickbird (2001)
- Geoeye (2008)
- Worldview 1-4 (2007, 2009, 2014, 2016)

(Malgorzata, Fotointerpretáció és Távérzékelés 2: Felvevőrendszerek, 2011)

4.2 A Copernicus program (ESA)

Tekintettel arra, hogy a dolgozatban Sentinel felvételeket használtam, fő adatforrás ezért a rendszer jellemzését külön fejezetben teszem. A Copernicus program az Európai Bizottság és az ESA (Európai űrügynökség) közös programja.

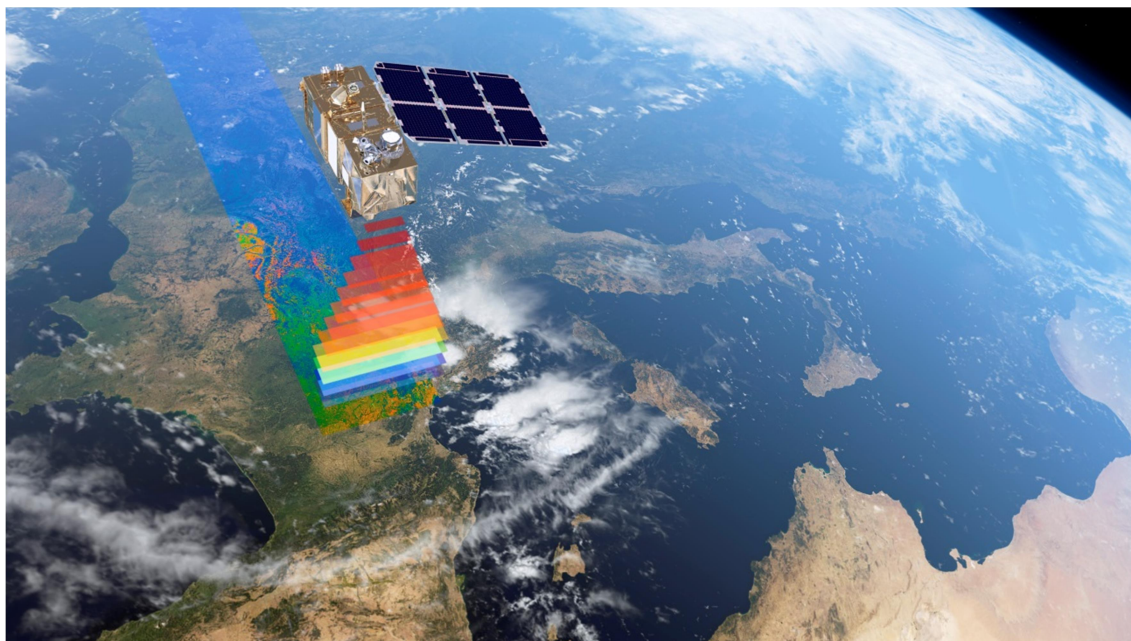
A program célja folyamatos és automatikus földmegfigyelő rendszer kiépítése, amely nagy pontosságú adatok szolgáltatására képes globális léptékben, így javítva a földhasználatot, a klímaváltozás hatásainak vizsgálatát valamint a közbiztonságban is jelentős szerepet tölt be.

Az ESA koordinálja az adatnyerést akár 30 műholdról, míg az Európai Bizottság felel a programér, a követelményrendszerek kidolgozásáért valamint a szolgáltatások kezeléséért.

Az Európai Űrügynökség ehhez a programhoz kialakította a Sentinel műholdcsaládot, amelyet a Copernicus program szükségleteihez igazított.

A **Sentinel 1-A** és **1-B** – amelyeket 2014 és 2016 áprilisában állítottak pályára – időjárástól függetlenül képesek bármilyen napszakban radarképek készítésére.

A **Sentinel 2-A** 2015 júniusában került föld körüli pályára ahonnan nagy felbontású felvételek készítését végzi. Hozzá csatlakozott ikertestvére a **Sentinel 2-B** 2017 márciusában.



4. ábra Copernicus műhold pásztázása

(http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/02/Colour_vision_for_Copernicus)

A műholdcsalád következő két tagja, amelyek jelen pillanatban is aktívak a **Sentinel-3** amely az óceánok megfigyelését végzi, illetve a **Sentinel-5p** amely az 5-ös számú műhold elődje. Ez az első olyan műhold a Copernicus programon belül, amely az atmoszféra megfigyelését végzi.

Kettő, még fejlesztés alatt lévő műhold a **Sentinel-4** és a **Sentinel-5-ös** holdak, amelyek szintén az atmoszféra megfigyelését fogják végezni. Közülük a 4-es hold ezt geostacionáris pályáról, az 5-ös hold pedig poláris pályáról.

Jelenleg még a **Sentinel-6-os** műhold van a tervezettek között, amely radaros magasságmérővel fogja vizsgálni a tengerek felszínmagasságát.

Munkám során főként a Sentinel-2 **Multispektrális Szenzor (MSI)** adataival dolgoztam így annak technikai adatait részletezem.

Az MSI 13 spektrális tartományban készíti a felvételeket. Ezek közül négy sávnak 10 méteres, hat sávnak 20 méteres és három sávnak 60 méteres a terepi felbontása. A VNIR és az SWIR tartományokban.

A legjobb terepi felbontással bír 4 sáv a kék, amelynek közepes hullámhossza $490\ \mu\text{m}$, a zöld ($560\ \mu\text{m}$), a vörös ($665\ \mu\text{m}$) illetve a közeli infravörös ($842\ \mu\text{m}$), ezekben a tartományokban 10 méteres felbontású felvételek készülnek. 20 méteres felbontással

készít felvételeket a 705, 740, 783 μm -es „vörös közeli” vegetációs sávokban, a közeli infravörös tartomány egy másik szakaszában 865 μm közepes hullámhosszal valamint a 1610,2190 μm -es rövidhullámú infravörös tartományban. 60 méteres terepi felbontással bír a 443 μm -es tengermenti, aerosol (Coastal), a 940-es vízpára valamint a rövidhullámú infravörös 1375 μm -es sávjában.

A radiometriai felbontás meghatározza, hogy a szenzor milyen mértékben képes az intenzitásban és a visszaverődésben különbségeket elkülöníteni. Ezt a felbontást általában egy bit számmal adják meg, az MSI esetében ez 12 bit, azaz az intenzitás 0 és 4095 közötti értéket vehet fel. (ESA)

4.3 A távérzékelés alkalmazási területei

A távérzékelés adatnyerési és kiértékelési technológia kialakulása óta folyamatosan bővül az alkalmazási területek száma. A műholdakon és más hordozókon elhelyezett távérzékelési szenzorok egyre jobb minőségben periodikusan ismétlődő adatokat szolgáltatnak az egész földfelszínről. Az újabb lézeres technológiákkal nagy pontosságú georeferált adatokhoz juthatunk.

A távérzékelés hatékony eszköz a megújuló és nem megújuló természeti erőforrások nyomon követésében. Fontos szerepe van a:

- mezőgazdaság
- meteorológia
- vízgazdálkodás
- környezetvédelem

megfigyelésében. (Malgorzata, Fotointerpretáció és Távérzékelés 6: A távérzékelés alkalmazási területeinek, 2011)

4.3.1 Térképészeti alkalmazások

A térképek előállítására analóg módszerekkel hosszadalmas, munka és eszköz igényes folyamat volt illetve komoly szakképzettséget igényelt és még így is komoly problémát jelentett az országok térképész szolgálatainak a területük lefedése kellő pontosságú és minőségű térképekkel.

A fejlődő országokban a térképek hiánya jelentett problémát, a fejlett országokban pedig a térképek aktualizálása okozta a nehézségeket.

A számítástechnika fejlődésével ez jelentősen megváltozott ugyanis a digitális térképek előállítása gyorsabb, olcsóbb és segítségével lehetőség nyílt a korábban nehezen kivitelezhető ábrázolások alkalmazására.

A légifényképek alkalmazása a katonai térképészetben már az első világháború idejében megjelent. Az űrtechnológia fejlődésével, műholdakra telepített szenzorokkal az elmúlt 4 évtizedben komoly fejlődést értek el a távérzékelésből nyert adatokkal. Korábbi 80 m-es felbontású felvételek helyett már elérhető az 1 m alatti felbontású képek valamint a felhasznált spektrum tartomány is jelentősen bővült.

Folyamatosan ismétlődő felvételeikkel fontos eszközzé váltak a topográfiai és tematikus térképkészítésben valamint a térképfelújításban is nagy előrelépést jelent ezen felvételek alkalmazása. Teljes mértékben nem képes kiváltani a hagyományos mérési eljárásokat, de nagyban segíti a munkálatokat. (Malgorzata, Fotointerpretáció és Távérzékelés 6: A távérzékelés alkalmazási területeinek, 2011)

4.3.2 Hidrológiai alkalmazások

A hidrológia a szárazföldi vizek, világóceánok tudománya. Mivel a hidrológiai folyamatok szoros kapcsolatban vannak a felszín más összetevőivel és a földhasználattal ezért a távérzékelés e jelenségekről nagyon látványos és összefoglaló képet tud szolgáltatni.

Az óceánok megfigyelése nagy jelentőséggel bír mivel bolygónk majdnem háromnegyed részét víz borítja. Többek között élelmiszer lelőhely és ásványi erőforrás lelőhelyként is fontos szerepe van, de a nagy mennyiségű víztömegben lejátszódó folyamatok jelentős hatást gyakorolnak a Föld klimatológiai viszonyainak. Tehát a tengerek és óceánok kutatása a partvidékek, vízfelszíni folyamatok, mélységi jelenségek és légköri folyamatok vizsgálatát foglalja magában.

A hidrológiai alkalmazások fontos szerepköre még a szárazföldi vízterületek megfigyelése. A műholdrendszerek kiépítésével és a légköri folyamatok megértésével lehetővé vált az időjárás előrejelzés, amely a mezőgazdaságban nagyon fontos szereppel bír. Ezen előrejelzések segítségével az aszályosabb évek által valamint a belvíz és árvíz

pusztítása elleni védekezést segíti elő. A bel- és árvíz folyamatos felmérése és nyomon követése lehetővé teszi a védekezési stratégia kidolgozását. (Malgorzata, Fotointerpretáció és Távérzékelés 6: A távérzékelés alkalmazási területeinek, 2011)

4.3.3 Mezőgazdasági alkalmazások

A távérzékeléssel nyert adatok egyik legnagyobb alkalmazója a mezőgazdaság. Ez az ágazat sok hasznát veszi ezen adatoknak mivel a különböző növénykultúrák más és más spektrális tulajdonságokkal rendelkeznek, valamint a fejlődési szakaszaikban is eltérő reflektanciával bírnak. Ez lehetőséget nyújt a különböző növénykultúrák pontos térképezésében, fejlődésük nyomon követésében és az esetleges növénykárok feltárásában.

Ezek a lehetőségek adatokból készített tematikus kiértékelések magukban és fontosak a mezőgazdaság számára, de ezen felül a terménybecslést is lehetővé teszik. A terménybecslések nem csak a mezőgazdaság számára fontosak, nemzetgazdasági szempontból is stratégiai fontossággal bírnak.

A földhasználati alkalmazások a következő témákban a leggyakoribb:

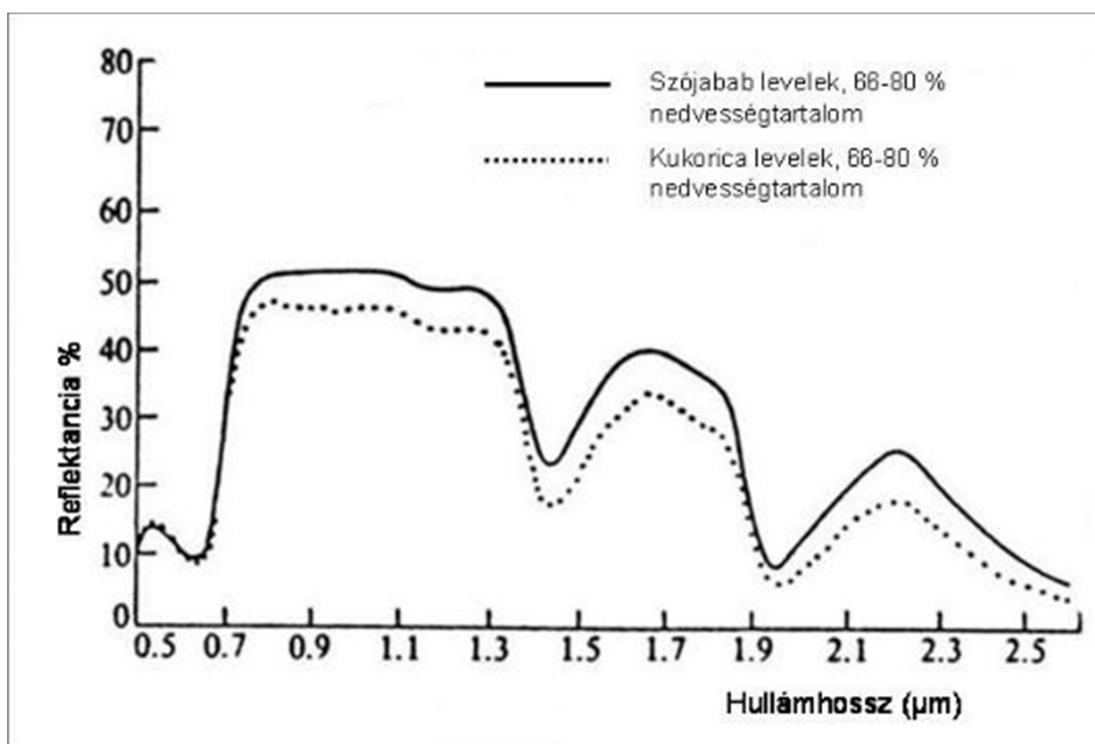
- termesztett növények területi felmérése
- növényzet állapotfelmérés
- termésbecslés
- talajtérképezés
- talajdegradáció felmérés
- melioráció, térségi tervezés

4.3.4 Alkalmazások a növénytermesztésben:

A távérzékelte adatok első felhasználása a növényterületek felmérése. Céljuk az egész ország vagy egyes megyék legfontosabb termesztett növényeinek meghatározása, megfelelő pontossággal és megbízhatósággal. Ezek a felmérések a további feldolgozásoknak, kimutatásoknak az alapjait képezik. Ezért ezek a felmérések kulcsfontosságúak hiszen ezeknek a pontossága szabja meg a további alkalmazások pontosságát is.

Ezek a felmérések a növényzet által visszavert energia meghatározásán alapulnak. A növényzet spektrális tulajdonságai több tényezőtől függenek. A fotoszintézis

következménye, hogy a látható spektrumtartományban a visszaverődés alacsony ezért a hasonló fejlődési szakaszban lévő növények ezen adatok alapján nem elkülöníthetőek. A közeli infravörös tartományban a visszaverődés a levélszerkezet függvénye, mivel ezen szerkezet a különböző növényfajoknál eltér ezért ebben a tartományban a reflektancia értékek is különböznek ami lehetőséget nyújt a növényfajok elkülönítésében.



5. ábra. A szójabab és a kukorica spektrális visszaverődési görbéi. ((Malgorzata, Fotointerpretáció és Távérzékelés 6: A távérzékelés alkalmazási területeinek, 2011))

A növényzetre a látható spektrumtartományban alacsony, míg a közeli infravörös sávban magas intenzitási értékek a jellemzőek.

Több időpontban készült felvételek alkalmazásával a növények fejlődését nyomon lehet követni, a fényvisszaverés különbségei pedig lehetővé teszik a növényfajták elkülönítését. A növények azonosítási és felmérési pontossága úgy növelhető, hogy a tenyésztéskorban készült felvételek közül többet alkalmazunk.

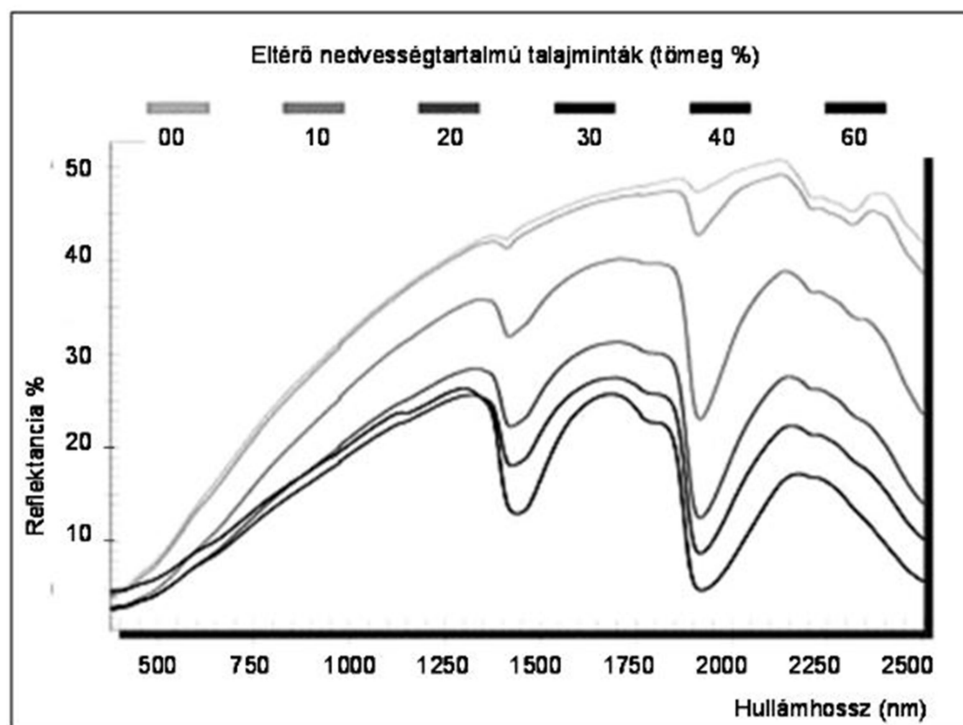
4.3.5 Talajtani alkalmazások:

A talajtérképezés szintén nagyon fontos területe a távérzékelésnek. A földhasználat összefüggésben van az ország talajtani adottságaival, állapotával. A dombos területeken

számolni kell az erózióval, aminek hatását az intenzív mezőgazdasági művelés tovább gyorsít. A síkvidékeken az erózió túl felléphet talajszerkezet romlás és szikesedés ami talajdegradációhoz vezet, valamint felléphetnek időszakos problémák, mint a belvíz vagy árvíz, ami problémákhoz vezet a művelésben. Ezeknek a problémáknak a felmérése nem csak a mezőgazdaság számára fontos, de a talajvédelmet és területrendezést is elősegíti.

A földfelszín spektrális tulajdonságai többek között függ a szerves anyag tartalomtól, nedvességtől és a szemcsék méretétől valamint a talaj pillanatnyi állapotától. A szerves anyag tartalom növekedése a talaj reflektanciájának csökkenését eredményezi.

Leggyorsabban változó paramétere a talaj nedvességtartalma, amely több tényezőtől függ. A nedvességváltozás más módon befolyásolja a talaj reflektanciáját a humusztartalom függvényében. Gyenge humusztartalom esetén nagyobb a reflektancia változása, mint ha gazdag talajok esetén. A visszaverődést ezen felül befolyásolja a talaj meredeksége, a felvételezés szöge, módja és a felszíni növényborítás.



6. ábra. Elterő nedvességtartalmú talajminták reflektancia görbéi. (Malgorzata, Fotointerpretáció és Távérzékelés 6: A távérzékelés alkalmazási területeinek, 2011))

4.3.6 Talajterképezés távérzékelt adatok alapján:

„A talaj hazánk legfontosabb feltételelesen megújuló és megújítható természeti erőforrása” (Várallay, 2001/1-2). A talaj megújulásának alapvető feltétele olyan földhasználat kialakítása, ami egyensúlyban van a természeti adottságokkal. Ahhoz, hogy ez megvalósítható legyen, szükség van a terület talajtani adottságai, állapotának és jellemzőinek ismeretére és ezekből egy térinformatikai adatbázis létrehozására.

Ilyen adatokhoz a kora tavaszi vagy késő őszi távérzékelt felvételek a legjobbak mivel ezek növényzetmentesek. Azonban a növényzettel borított felvételeken a talaj állapotának felmérésekor indikátorként használható a vegetáció.

A nagyméretarányú talajterképek készítésekor a távérzékelt adatokkal a talajhatárok kijelölése és csoportosítása elvégezhető, a talajszelvények helyeit jobban meg lehet határozni ez által csökkenthető a szelvények száma, ami a terepi munka csökkentését jelenti, ez által nem csak a költségek csökkennek, de kevesebb idő lesz szükséges a talajterkép elkészítéséhez.

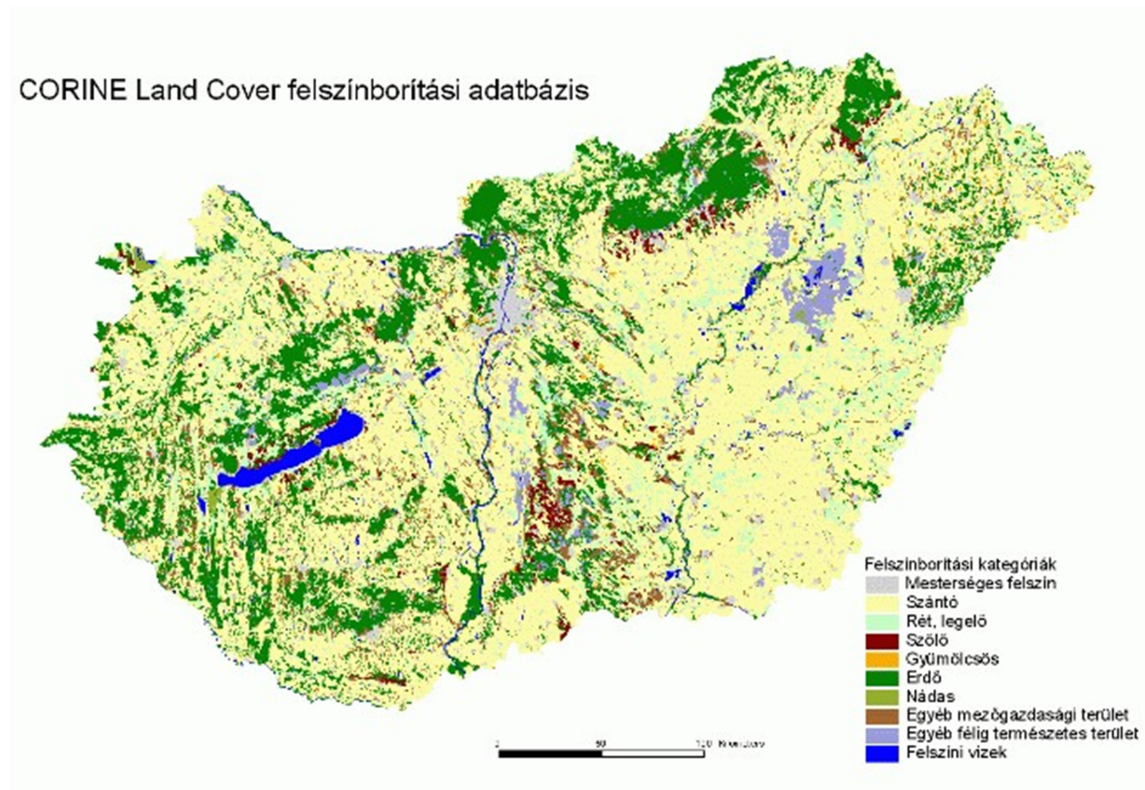
4.4 A CORINE program:

A környezeti változások fő előidézője az emberi tevékenység. A városok fejlődése, ipari létesítmények létesítése során mezőgazdasági területek kerülnek ki a művelésből, erdőterületek kerülnek kivágásra. A növények és állatok természetes élőhelyei ezért folyamatosan csökkennek, ami hosszú távon az emberi életkörülményeket is befolyásolja.

A CORINE felszínborítás térképező projekt célja, hogy hosszútávon megtérülő, környezetkímélő megoldásokat alkalmazzon. Ahhoz, hogy az ilyen döntések tervezése megtörténhessen, hatásait előrejelző modellekre van szükség. Az űrfelvételek lehetővé teszik a program számára, hogy nagy területről készüljenek felszínborítási adatok.

A CORINE felszínborítási adatbázisnak jelenleg 4 eleme van. Ez a 25 hektáros felbontással készült CLC1990 és CLC2000-es állapotréteg valamint az 5 hektár felbontású CLC2006 és CLC2012 felszínborítási térkép. Az adatbázisban 44 tematikus osztályt különítenek el a kontinens felszínborításában. Magyarország területére ez az adatbázis légifelvételek vizuális interpretációjával készül.

Nemzeti feladatokhoz szükséges a CLC adatbázisoknál részletesebb felszínborítási adatok ismerete. 1996-ban kezdeményezte a földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium egy erre a célra megfelelőbb CLC50, 1:50 000 méretarányú CORINE felszínborítás térképezés elindítását. Nomenklatúrája az európai 3-szintes kategóriarendszer részletezésével alakult ki, 4. és 5. szinten 80 felszínborítási osztály lett meghatározva, felbontása 4 hektár. Ez az adatbázis 1998-99-re készült el, de azóta nem lett frissítve. (Fömi)



**7. ábra. A CLC50-es CORINE felszínborítás
Magyarországról. (<http://enfo.agt.bme.hu/drupal/node/3084>)**

5.0 Távérzékelte adatok feldolgozása

A távérzékelés nem csak az adatszerzési módokat jelenti, hanem azoknak a felvételeknek a feldolgozásának is a tudománya. A távérzékelésnek a célja különböző időpontban, több sávban készített adatok feldolgozása annak érdekében, hogy tematikus információt nyerjünk ki, valamint ezekről tematikus térképet hozzunk létre.

A távérzékelte adatok feldolgozásának két fő módja van:

- Vizuális interpretáció
- Számítógépes képkieértékelés

Mindkét kieértékelési módnak megvan az előnye és hátránya és ezért ezeknek a módszereknek a hibrid módszerét szoktuk alkalmazni azért, hogy mindkét módszer előnyeit próbáljuk ötvözni.

A vizuális interpretáció használata kiegészíthető számítástechnikai megoldások segítségével. A két rendszer előnyeit és hátrányait a 2-es táblázat foglalja össze.

(Malgorzata, Fotointerpretáció és Távérzékelés 4: A távérzékelte felvételek kieértékelése, 2011)

2. táblázat. A vizuális interpretáció és számítógépes kiértékelési módok erősségei és gyengeségei. (Malgorzata, Fotointerpretáció és Távérzékelés 4: A távérzékelés felvételek kiértékelése, 2011)

Feladat	Vizuális interpretáció	Számítógépes kiértékelés
Geometriai összefüggések felismerése	kitűnő	gyenge
Textúra felismerése	jó	gyenge
Textúra mérése	gyenge	kitűnő
Tónusok elkülönítése	közepes	kitűnő
Megbízhatóság, objektivitás, reprodukálhatóság	közepes	jó
Feldolgozási sebesség	gyenge	kitűnő
Bonyolult szakértelem, egyéb ismeretek alkalmazása	jó	közepes
Több adatforrás vagy több időpont együttes kiértékelése	gyenge	kitűnő

5.1 Vizuális interpretáció:

Az interpretáció során – függetlenül attól, hogy fényképről vagy digitális felvételről beszélünk – az adatok nyérése látás útján történik. Ez a folyamat három részre tovább bontható:

- képolvasás
- fotóanalízis
- fotóinterpretáció

A folyamat legegyszerűbb része a **képolvasás**. Ebben a folyamatban a szemlélő személy meghatározza a képen látható tárgyakat és azokat elkülöníti.

A **fotóanalízis** során a nagyobb egységű objektumokat felbontjuk komponenseikre. Ezeket a komponenseket meghatározzuk, és vizsgáljuk az egymáshoz való viszonyukat.

Ebben a folyamatban meghatározzuk a terepi objektumok tulajdonságait, osztályozzuk őket és mérjük a kiterjedésüket.

A **fotóinterpretáció** a folyamat legkomplexebb eleme mivel ebben a folyamatban nem csak a kép elemeinek vizsgálatával foglalkozunk, hanem indukciós és dedukciós következtetéseket vonunk le a különböző tárgyak egymáshoz való viszonyára. (Malgorzata, Fotointerpretáció és Távérzékelés 4: A távérzékelte felvételek kiértékelése, 2011)

5.2 Számítógépes képkértékelés:

Bár a vizuális interpretáció magas szinteket ért el a számítógépek elterjedése előtt azonban bizonyos feldolgozási területeken a folyamatosan bővülő adathalmazok kezeléséhez szükségessé vált egy új módszer alkalmazása. Ezért elkezdődött a számítógépes képkértékelés kutatása és fejlesztése.

A műholdak által érzékelt adatokat radiometriai és geometriai hibák terhelik ezért felhasználásuk előtt szükséges előzetes korrekciók elvégzése. Ezen hibák okai:

- légköri zavaró hatások (szóródás és elnyelés)
- reflektanciát módosító domborzati hatások
- átsugárzás a szomszédos területekről
- szenzorok hibái
- pályamagasság változása
- a felvevő műszer nem lineáris mozgása
- a Föld forgása és görbülete
- nagy látószögből eredő panoramikus torzítás

Ezeket a hibákat a képeket fogadó földi állomások korrigálják a felvevőrendszerek paraméterei szerint. A radiometriai korrekció a kép véletlenszerű szisztematikus hibáit távolítja el. A geometriai korrekciók a rendszer működéséből eredő geometriai torzításokat küszöböli ki.

A feldolgozás két szakaszra bontható:

- előfeldolgozás
- képosztályozás

(Malgorzata, Fotointerpretáció és Távérzékelés 5: Távérzékeléssel szerzett adatok számítógépes kiértékelése, 2011)

5.2.1 Előfeldolgozás:

A folyamat célja, hogy gyakorlati felhasználásra alkalmassá tegyék a felvételt. Elvégezzük a radiometriai korrekciót, légköri korrekciót illetve a vizuális interpretációt elősegítendően előállítjuk a színtkompozitokat. Majd elvégezzük a térképi rendszerbe illesztést.

(Malgorzata, Fotointerpretáció és Távérzékelés 5: Távérzékeléssel szerzett adatok számítógépes kiértékelése, 2011)

5.2.2 Képosztályozás:

Ez a lépés összetett, azonban megoldásától függetlenül minden módszer azonosan az összetartozó képpontok felismerését és kategorizálását jelenti.

Az osztályozás célja, hogy a felvételből tematikus térképet készíthessünk, amelyen egyértelműen elkülöníthetők az felszínborítási típusok.

A képosztályozás hagyományos módszere a **pixel alapú osztályozás**. Ebben a módszerben képpontokon végezzük el a statisztikus és szintaktikus műveleteket. A képi elemek intenzitási értékeinek vizsgálata történhet automatikus vagy ellenőrzött osztályozással. A két módszer különbsége az osztályokba sorolás mintáinak előállításában van.

Az automatikus módszer esetén statisztikai algoritmusokat használunk, a képi tartalmat adatosztályokra bontja így nem ismerjük a tematikus kategóriák spektrális jellemzőit. Az adatosztályok elkülönítése után ezeket megfeleltetjük a tematikus kategóriáknak.

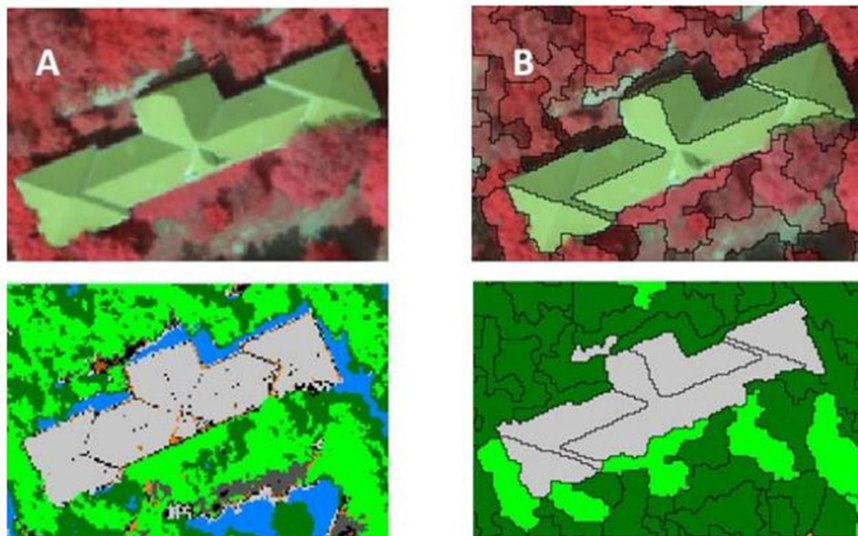
Az ellenőrzött osztályozáskor a pixeleket az előre meghatározott célkategóriákba soroljuk, de ehhez szükséges a kategóriák spektrális tulajdonságainak ismerete.

A vizsgált területeket homogén régiókra osztjuk majd a spektrális tulajdonságokat befolyásoló tényezőket tanulmányozzuk. Referenciaterületeket osztunk tanuló és tesztterületekre. A tanulóterületek segítségével meghatározzuk a kategóriák spektrális tulajdonságait. A tesztterületeket pedig az osztályozási eredmény pontosságának vizsgálatához alkalmazzuk.

A pixel alapú osztályozás hátránya a pixelméretnél kisebb méretű eltérések a felszínborításban. Ilyenkor keletkeznek a vegyes pixelek, amelyek több felület visszaverődési értékeinek összessége. Ez azt eredményezi, hogy az osztályozási eredmény romlik. Ilyen például a település osztály, amelynek spektrális tulajdonságait eltérő felületek befolyásolják.

Ennek a problémának a megoldása az olyan osztályozási eljárások kidolgozásával és alkalmazásával valósulhat meg, amelyek nem pixeleket, hanem bizonyos kritériumok alapján összetartozó pixelek csoportját (**szegmenseket**) vizsgálják.

Ezt az osztályozási módszert nevezzük **objektum alapú osztályozásnak**. Az első erre alkalmas szoftver – az eCognition – 2000-ben jelent meg.



8. ábra. A pixel alapú osztályozás (A) és az objektum alapú osztályozás (B) eredménye

Az objektum alapú osztályozás során tehát létrehozunk a képen egymással összefüggő, homogén, a szomszédjaiktól elkülönülő területeket. A szegmensekbe olyan szomszédos pixelek kerülnek, amelyek valamilyen hasonlósági kritériumok alapján valószínűleg egy felszínborítási kategóriához tartoznak. A szegmensek méretét a beállított homogenitási

kritérium határozza meg. Szegmentálást korábban is végeztek a felvételeken azonban ezeket inkább az alakfelismerésre alkalmazták.

Ma már a felvételek osztályozásakor nem kérdés, hogy használjunk-e szegmenseket az osztályozáshoz, inkább az, hogy a szegmentálást milyen módszer szerint végezzük. A szegmentálási módszereknek két irányzata alakult ki. Az egyik módszer a homogén területek határainak a megtalálására, a másik pedig megadott szempontok alapján összetartozó képpontokat kapcsolják csoportokba.

Az objektum alapú osztályozásnak több elnevezése is fellelhető a szakirodalomban. Ezek közül a legelterjedtebb az OBIA (objektum alapú képelemzés), használt ezen felül még az OOIA (objektum orientált képelemzés) valamint a GEOBIA (tér adatok objektum alapú elemzése). (Malgorzata, Fotointerpretáció és Távérzékelés 5: Távérzékeléssel szerzett adatok számítógépes kiértékelése, 2011) (Malgorzata, Objektum alapú képelemzés, 2015)

5.2.3 Kontúr alapú szegmentálás:

A kontúrokon alapuló szegmentálási módszerek az intenzitási értékekben bekövetkező hirtelen változások keresésére alapulnak. Mivel az ilyen hirtelen változások általában homogén területek határvonalain keletkeznek ezért jól használhatóak egyes objektumok azonosítására.

Az élekről hasznos információhoz jutunk, ha olyan módszereket alkalmazunk, amelyek az intenzitásfüggvény első és második deriváltjára épülnek. Olyan szűrőket és algoritmusokat alkalmazunk, amelyek az élek észlelésére és kiemelésére alkalmasak.

Ezeknek az algoritmusoknak a háttérben áll az, hogy míg az integrálás a képek elmosódását váltja ki, ennek az inverz művelete – a deriválás – élesíti a felvételt.

Az élek észlelése után további feldolgozás szükséges, hogy ezek határvonalakká válhassanak mivel a felvételen az élek nem homogének ezért gyakran a kontúrkiemelés után az élek megszakadnak. Ezeknek a szakadásoknak a korrigálását nevezik él kapcsolásnak. A kapcsolás legegyszerűbb módja az élpontok lokális környezetének átvizsgálásán alapszik. Összekapcsolásuk akkor végezzük el, ha a számolt gradiensvektorok nagysága és iránya hasonló. (Malgorzata, Objektum alapú képelemzés, 2015)

5.2.4 Hisztogram alapú szegmentálás:

A szegmentálás e módja a felületnyerő szegmentálási módszerek közé tartozik. Ezek a módszerek a spektrális térben hasonló tulajdonságú képpontokból adatszoportokat alkotnak, de a csoportok pixelei nem feltétlenül helyezkednek el egymás mellett.

A hisztogram alapú szegmentálási módszert nevezik küszöbölésnek is. Ez a módszer a kép intenzitási értékeinek előfordulási gyakoriságát mutatja meg, de a pixelek pozícióit nem veszi figyelembe.

A szegmensek a küszöbérték ismeretében a hisztogram felosztásával vagy helyi maximális és minimális értékei alapján történik. Ha a felvétel pontjai leírhatóak egy függvénnyel, akkor kijelölhetünk egy küszöbértéket, amely feletti intenzitási érték az objektumhoz tartoznak. Ezt az értéket el nem érő képpontok pedig a kép háttérét alkotják. Ha ezt a küszöbértéket nem ismerjük, akkor automatikusan kiválasztható az optimális küszöbérték adaptív eljárások alkalmazásával. (Malgorzata, Objektum alapú képelemzés, 2015)

5.2.5 Régió alapú szegmentálás:

Az eljárás figyelembe veszi a pixelek térbeli viszonyát a részterületek kialakításánál. Ide tartozó módszerek két csoportra sorolhatóak.

Az egyik az **összevonás**, amely a képpontból indulnak ki egy hasonlósági kritériumot kielégítő szomszédos pixeleket rendeli hozzá.

A másik csoport a **vágás**, amelynél az egész képet egy szegmensként kezeli majd ezt a szegmenst osztja kisebb részekre. (Malgorzata, Objektum alapú képelemzés, 2015)

5.2.6 Területnövelő szegmentálás:

Az ilyen szegmentálási eljárások egyik része kiinduló magpontokat – homogén területeket – keres a képen, másik részük pedig minden pixelt egy szegmensként kezel majd a homogenitási kritériumot teljesítő pixeleket összekapcsolja. Ezek az algoritmusok iterációval működnek, egymást követő ismétlésben az előre megadott hasonlósági feltételek alapján összevonja a szomszédos elemeket.

A homogenitási kritériumon kívül megadhatunk feltételeket a szegmensek méreteire és alakjára, hogy a szegmensek tömörek legyenek. Ezt a szegmensek kerületének és területének arányát kifejező alakszámmal tehetjük.

Az iterációs folyamat akkor ér véget, ha már nincs olyan egymás mellett szegmens, amely kielégíti a homogenitási kritériumot.

Ehhez az eljáráshoz tartozik az úgynevezett szekvenciális csatolás, a legjobb összevonás módszere valamint **az eCognition „Multiresolution Segmentation” algoritmus**.

(Malgorzata, Objektum alapú képelemzés, 2015)

5.2.7 Vágás alapú módszerek:

Ebben az esetben az algoritmus az egész képet egy szegmensként kezeli majd az iterációs folyamat során a szegmens pixeleinek hasonlóságát megvizsgálja. A vizsgálat eredménye szerint pedig darabolja a szegmenst egyre kisebb területekre. Ez ismétlődik addig, amíg a homogenitási kritérium nem teljesül.

A vágás és az összevonás alapú módszerek együtt is elvégezhetőek és kombinálhatóak különböző feldolgozási szinteken is, így a kiinduló egység nem csak a pixel szintje lehet a képnek, hanem egy **előzőleg létrehozott szegmentáció vagy osztályozás eredményén is elvégezhető új szegmentáció**. (Malgorzata, Objektum alapú képelemzés, 2015)

6.0 Feldolgozáshoz használt szoftverek

6.1 Az eCognition szoftver:

Az eCognition objektum alapú elemző programrendszer 2000-ben jelent meg. Németországban fejlesztették ki elsősorban orvosi és távérzékelési felvételek feldolgozására. Folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően azóta a program több verziója is megjelent.

A program számos szegmentáló és osztályozó algoritmus alkalmazására képes, amelyek professzionális képelemzésre alkalmasak. A program összetettsége miatt használata nehéz azonban ez az előnye is mivel eszköztára lehetőséget ad a képelemző folyamatok fejlesztésére.

A program egyszer megalkotott szabályrendszer formában elmenthető és más képanyagon futtatható. (Malgorzata, Objektum alapú képelemzés, 2015)

6.1.2 Szegmentálás elvégzése eCognitionnel:

Az objektum alapú képelemzés kritikus lépése a szegmentálás, amely nagyban befolyásolja a kép osztályozásának pontosságát is. Az előállított szegmenseket az osztályozás lépésénél beviteli adatként alkalmazhatjuk.

A program eszköztárában több szegmentálási algoritmus is található az egyszerűbbnek mondható sakktáblás eljárástól kezdve a bonyolult régió orientált módszerig. Ezek a módszerek nem csak spektrális tulajdonságok alapján határozzák meg a szegmenseket, hanem figyelembe veszik a geometriai összefüggéseket, szomszédsági viszonyokat és az objektumok hierarchiáját is.

A szoftver lehetőségei közé tartozik a geometriai felbontású adatok szegmentálása is valamint tematikus térképek figyelembe vétele az objektumok meghatározása során.

Az eCognition környezetében egy eljárás többször is futtatható különböző paraméterek beállításával így kialakítva egy többszintes rendszer. A képpontok szintjén létrehozott szegmentálás eredménye felhasználható további finomítások elvégzésére.

A program képszegmentáló algoritmusai:

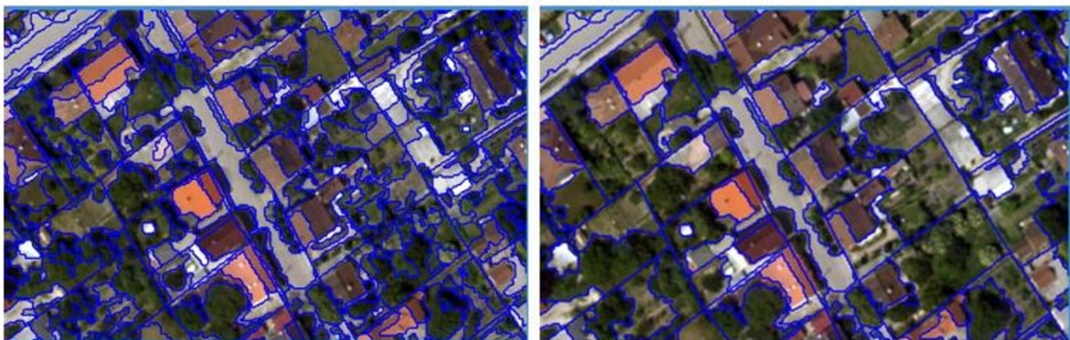
- sakktáblás (chessboard)
- negyedelőfa (quadtree)
- spectral difference
- contrast split
- multiresolution szegmentálás

Mivel munkám során csak a **multiresolution szegmentálást** alkalmaztam a többi bemutatásától eltekintek.

A multiresolution szegmentáció egy régiónövelő összetett algoritmus, amely kezdetben minden képpontot külön objektumként kezel, majd összevonja azokat a szomszédos pixeleket, amelyek hasonló spektrális tulajdonságokkal rendelkeznek. A csoportosítás egy előre megadott homogenitási kritérium alapján készül. Ha a vizsgált pixelek hasonlósága a küszöbérték feletti, akkor történik az összevonás.

Az eljárásban a homogenitási kritérium mellett megadható a szegmensek kompaktságára és simaságára vonatkozó paraméter is.

Az algoritmust célszerű többször futtatni különböző homogenitási kritériumokkal. Ilyenkor a szintek egymásra épülnek. A módszer hátránya, hogy nagyfelbontású és nagy kiterjedésű területek esetén a feldolgozási idő jelentősen hosszabb. (Malgorzata, Objektum alapú képelemzés, 2015)



9. ábra. A Multiresolution Segmentation eredménye 60-as (bal) és 120-as (jobb) homogenitási kritériummal

6.1.3 Osztályozás az eCognitionnel:

Az eCognition programban az osztályozás elvégzésére is több algoritmus áll rendelkezésre. Az objektum alapú osztályozás elvégzése során nem csak spektrális jellemzők alapján, hanem geometriai és szomszédsági viszonyokat is figyelembe veszünk.

Az objektumok besorolása a kiválasztott kategóriák leírásához választott tulajdonságok küszöbértékei vagy valószínűségi görbéi alapján történik.

A küszöbértékek szerinti osztályozás példája az osztály hozzárendelés, ekkor a kategória jellemzőihez rendeljük a küszöbértékeket és a szegmensek besorolása ezek szerint történik. Ebben az esetben két jellemző megadása lehetséges.

A „classification” algoritmus esetén az osztályleírásban több jellemző alapján sorolhatjuk be a szegmenseket. Ehhez használható a legközebbi szomszéd operátor, aminek segítségével kijelölt tanulóterületek alapján végezhetjük el az osztályozást. (Malgorzata, Objektum alapú képelemzés, 2015)

6.2 IDRISI szoftver:

Az IDRISI szoftver a legelterjedtebb raszter alapú képfeldolgozó szoftver az oktatásban. A programot a Clark University fejlesztette ki 1987-ben. Alkalmas a távérzékelte felvételek előfeldolgozására és osztályozására.

Folyamatos fejlesztésekkel nagyon hatékony geo analitikus elemző eszközzé vált mely főként a döntéstámogatásban, bizonytalanságok kezelésében és változások idősoros elemzésében használatos. Funkciócsoportjai a következők:

- adatbevitel
- adatbázis kezelés
- térbeli adatelemzés
- adatcsere
- statisztikai elemzés
- döntéstámogatás
- térbeli és időbeli változások elemzése
- képfeldolgozás

A program egyaránt alkalmas vektoros és raszteres adatok kezelésére. Illetve a legújabb verziók objektum alapú képelemzésre is alkalmasak.

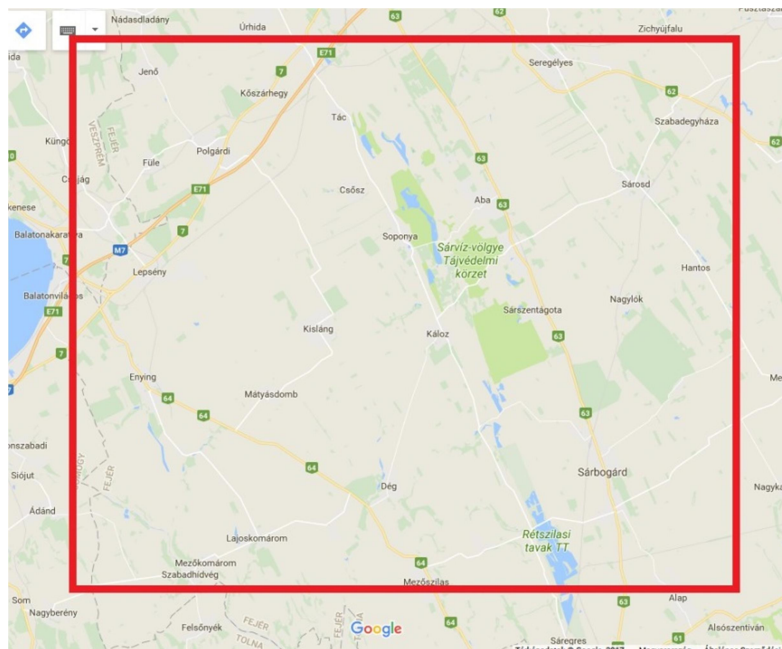
A program algoritmuspalettája jól támogatja, a pixel alapú osztályozást azonban az objektum orientált kiértékeléshez nem rendelkezik olyan széleskörű eljárásokkal, mint a korábban bemutatott eCognition program.

Ezért a feldolgozásom során a képosztályozást nem ebben a programban végeztem, így a program által használt szegmentáló és osztályozó algoritmusuknak a bemutatásától eltekintek.

Azonban a tematikus térképek szerkesztését és hozzá tartozó területi elemzéseket IDRISI szoftverrel végeztem el. (Malgorzata, Objektum alapú képelemzés, 2015)

7.0 Mintaterület bemutatása:

Az általam vizsgált terület a Közép-Dunántúli régióban helyezkedik el, többsége Fejér megyében, kis mértékben, Veszprém megyében. A mintaterület az abai, enyingi, sárbogárdi illetve a székesfehérvári kistérség-et érinti.



10. ábra. A vizsgált terület

A mintaterület Magyarország „Mezőföld” nevezetű tájegységének része. Ez a tájegység az Alföldnek Dunától nyugatra fekvő része. Észak- Déli irányban fokozatosan vastagodó löszös talajok jellemzik. Északi részén a pannon tenger üledékei még megtalálhatóak. A talajok többnyire mészlepedékes csernozjom talajok melyeknek a humuszrétege 1 méteres is lehet. Mélyebb területein réti talaj található, amelyet helyenként szikesek tarkítanak. Hullámos domboldalait vízerózió pusztítja.

Csernozjomos területeken a talajai nagyon jó mezőgazdasági területek. Remekül terem az őszi búza, őszi és tavaszi árpa, a kukorica és a cukorrépa. Sikeresen termesztett pillangós növény a lucerna és a borsó. A réti talajok a kukorica és a cukorrépa termesztésben eredményesek. A Fejér megyei Sárrét és Sárköz völgyében nedves réteket találunk. Sárszentmihály alatt 3-4 m vastag tavi meszet termelnek ki és használják a savanyú talajok javítására. Ahol elég vastag a tőzegréteg kitermelik, és megdarálva hasznosítani tudják. A mintaterület része „Sárrét” amelynek 5,6 százaléka védett.

(Stefanovits Pá, Filep, & Fülek)

8.0 Távérzékelte felvételek feldolgozása:

8.1 II. Katonai felmérés feldolgozása

A munkám a II. Katonai Felmérés adataival kezdtem meg mivel ennek az idejében jelentős átalakításokon ment keresztül a földhasználat. Az iparosodás és gazdasági fejlődés hatására például hatalmas erdőterületek kivágására került sor, hogy növelni tudják a mezőgazdasági területeket. Ezért a földhasználat vizsgálatához felhasználtam a katonai felmérés adatait

A második katonai felmérés 1806 és 1869 között folyt többszöri megszakításokkal és végül teljesen nem is lett befejezve. Magyarországon 1829 és 1866 között készült. Ez alatt az idő alatt 1077 térképszelvény készült el. Ezek a térképek még nem méterrendszerben készültek, méretarányuk 1:28800. Részletesebbek ugyan, mint az első katonai felmérés során készült szelvények azonban egy vetület nélküli rendszerben készültek. Ezért a kezdőponttól távolodva – amely a bécsi Stephansdom volt – a külön utakon számított koordináták között kilométeres eltérések is lehettek.

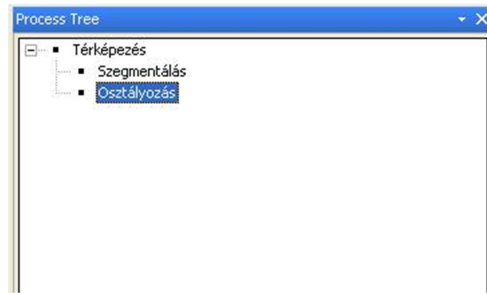
A domborzatot Lehmann féle csíkozással ábrázolták. Munkám során ez a csíkozás sok hibához vezetett.

A felmérés adatait az intézetben folyó korábbi kutatások során beszerzésre kerültek (CD lemezen). A CD-n lévő böngésző program segítségével megkerestem Magyarország területének általam vizsgált szegmensét. Ebből a részből TIF kiterjesztésű EOVRendszerű georeferált képet lehetett exportálni a programból.

A felmérés adatait tartalmazó georeferált képet osztályozni tudtam az eCognition környezetében majd tematikus térképet készítettem belőle. A programban létrehoztam egy új projektet, amelybe be tudtam hívni a katonai felmérés képrészletét.

A feldolgozás során nagy segítségemre volt a program azon lehetősége melyben egymás alatt kétszer jeleníti meg a felvételt, amelyet más beállítások mellett tudok szemlélni.

A kép feldolgozásának első lépéseként felépítettem a folyamatábrát (Process Tree). A folyamatábra tartalmazza az egymásra épülő folyamatokat és azokhoz tartozó algoritmusokat. A Térképezés folyamat alá helyeztem a „Szegmentálás” és az „Osztályozás” folyamatát, amelyekbe az azokhoz tartozó algoritmusok kerültek.



11. ábra. Folyamatábra az eCognition-ben.

A szegmentálás elvégzése volt az első feladat, amit a „Multiresolution Segmentation” algoritmussal végeztem el. Ez az algoritmus kezdetben a kép összes pixelét egy külön szegmensnek tekinti, majd ezeket vonja össze egy homogenitási kritérium által. Azok a szomszédos szegmensek, amelyek elérik a megadott homogenitási küszöbértéket, összevonásra kerülnek. Ez egy iterációs folyamat, azaz egymás után addig ismétlődik, amíg a képen nem található olyan szegmens, amely kielégíti a küszöbértéket.

A kép szegmentálását különböző homogenitási kritérium beállításával végeztem el. Az osztályozás célja függvényében vizsgáltam, hogy a földhasználat térképezésének melyik eredmény felel meg a legjobban.

Edit Process

Name: ☒ Automatic,

Algorithm:

Image Object Domain:

Parameter	Value
Map	From Parent
Threshold condition	---

Loops & Cycles: ☒ Loop while something changes only, Number of cycles:

Algorithm Description: Apply an optimization procedure which locally minimizes the average heterogeneity of image objects for a given resolution.

Algorithm parameters:

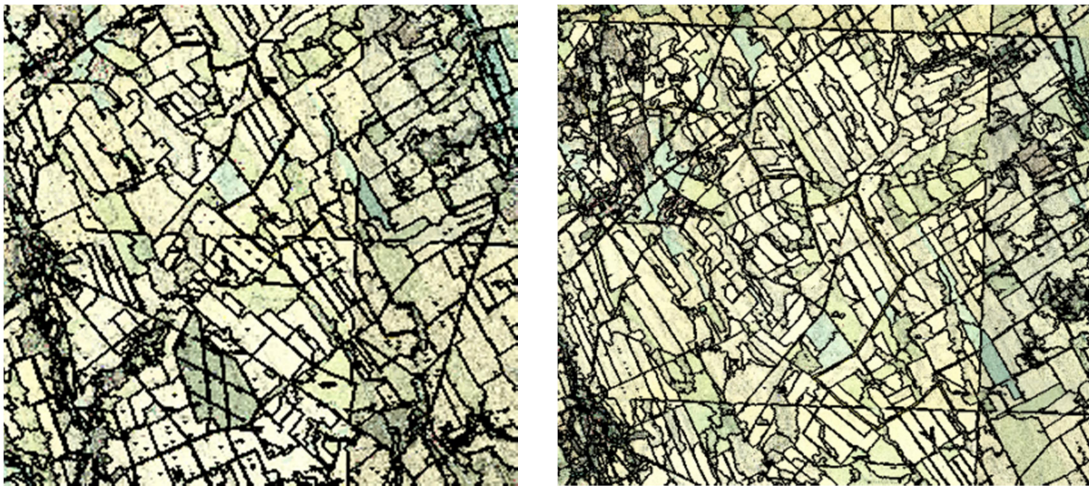
Parameter	Value
Level Settings	
Level Name	MS_30
Level Usage	Use current (merge only)
Segmentation Settings	
Image Layer weights	1, 1, 1
Thematic Layer usage	
Scale parameter	30
Composition of homogeneity criterion	
Shape	0.1
Compactness	0.5

Buttons: Execute, Ok, Cancel, Help

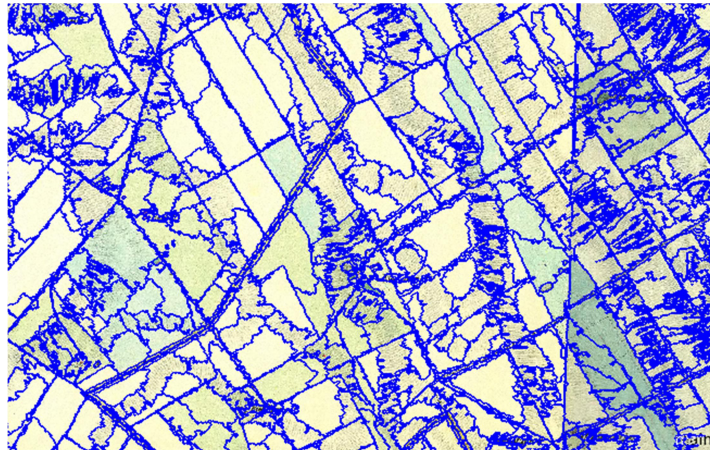
12. ábra. A "multiresolution segmentation" beállításának lehetőségei

Az első szegmentálást 30-as homogenitási kritériummal végeztem el. Először ezt a szegmentálást pixel szinten végeztem, azaz minden pixel vizsgálatra került. Ez után a lépés után további szegmentálások elvégzéséhez beállítottam, hogy az algoritmus már ne vizsgáljon minden pixelt, hanem a korábban létrehozott szegmenseket vizsgálja csak és azon szomszédos szegmenseket vonja, össze ahol az intenzitási értékek elérik a homogenitási küszöbértéket. Így a szegmentálást elvégeztem 30, 60, 120, 240, 360, 480, 600 és 720-as küszöbértékkel is.

A szegmentálás befejezése után az osztályozást az MS_720-as szegmentáláson akartam elvégezni azonban a folyamat során észrevettem, hogy ez nem vezet jó eredményre, ezzel a kritériummal az algoritmus által összevont szegmensek között vegyes földhasználatú szegmensek is voltak. A félreosztályozás elkerülése érdekében ezért a sokkal sűrűbben szegmentált MS_120-as réteggel végeztem el a kép osztályozását.



13. ábra A 360-as(bal) és a 720-as(jobb) homogenitási kritériummal végzett szegmentálás.



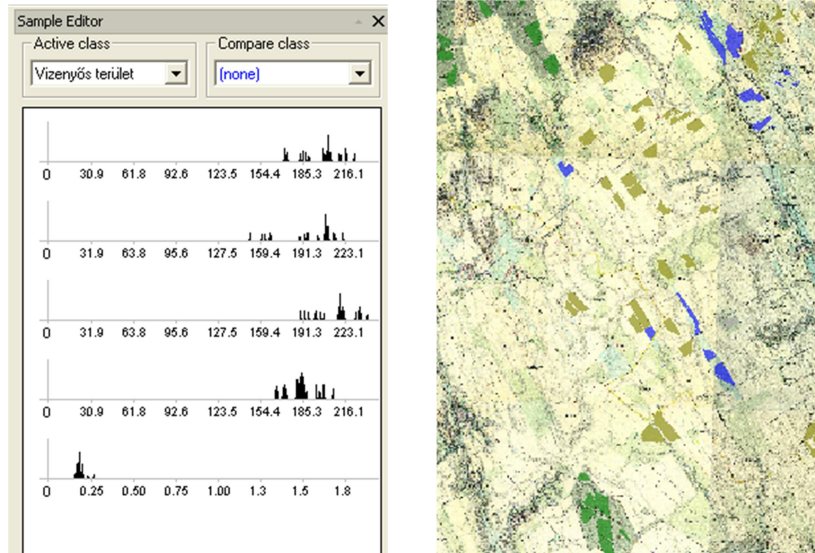
14. ábra. A kiválasztott 120-as kritériumú szegmentálás eredménye.

A szegmentálás elvégzése után létrehoztam az osztályokat, amelyekbe a kép szegmenseit sorolni akartam. Ebben az esetben 3 osztályt hoztam létre, ezek:

- fás bokros terület
- szántó
- vizenyős terület

Eleinte a lakott területekre is hoztam létre osztályt azonban rá kellett jönnöm, hogy a katonai felmérésen alkalmazott ábrázolási és satírozási technika miatt az automatikus osztályozással nem lehet azonosítani a lakóterületeket.

Az osztályozás végrehajtásához a választott szegmentált rétegen tanulóterületeket jelöltem ki. A tanuló területek kijelöléséhez felnyitottam a „Sample” eszköztárat valamint a „Sample Editor”-t. Az eszköztáron lévő első gomb felhasználásával ki tudtam jelölni az egyes szegmenseket.

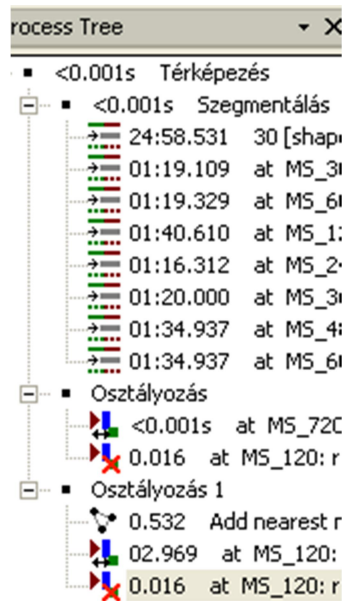


15. ábra. A "Sample Editor"(bal) és kijelölt tanulóterületek(jobb) a felvételen.

Egy szegmens kijelölése után az Editor-ban megjeleníthetők az osztályra jellemző intenzitási értékek és vizsgálható az egyes osztályok elkülöníthetősége.

A tanulóterületek kijelölése után alkalmaztam a legközelebbi szomszéd „Nearest Neighbour” algoritmust. Ez az algoritmus a „Fuzzy” logikát használja. Ez egy ellenőrzött típusú osztályozó, azaz mintaterületeken alapul a tematikus kategóriákba sorolás. Ez a logika az osztályok közötti átmenetet egy intervallumhoz köti. Az intervallum értéke az osztályhoz való tartozás valószínűségét egy tagfüggvénnyel írja le, értéke nem csak 1 és 0, lehet nagyobb 0-nál, de kisebb 1-nél. Mintaobjektumok helyett használhatunk vizuális elemzést is az intervallum és a tagfüggvény jellegének kiválasztására.

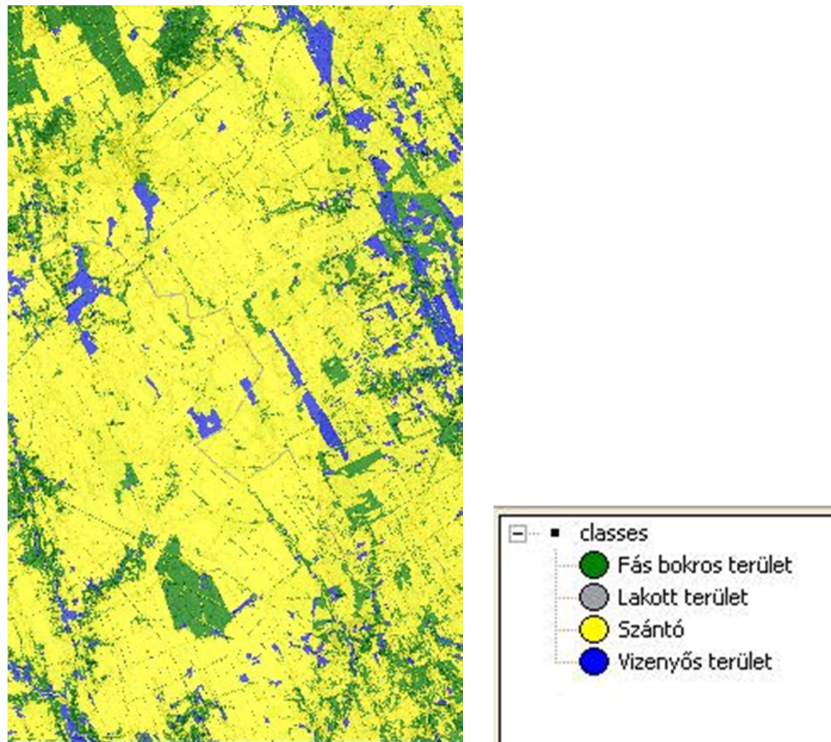
Az NN algoritmus által megadott intervallum és tagfüggvény alapján a „Classification” algoritmus elvégezte az összes szegmenst osztályozását.



16. ábra. Folyamatábra kibővíve az alkalmazott algoritmusokkal.

A végleges „Process Tree”-ben látható, hogy két osztályozási formát próbáltam meg.

Az első próbálkozásom az osztály hozzárendelése „Assign Class” algoritmussal történt. Ez az algoritmus az osztály leírásához hozzárendelt küszöbértékek alapján végzi el a szigorú osztályozást. A szigorú osztályozást igen vagy nem szabályt jelent. A küszöbértékek objektumok osztályhoz illesztésében 1 vagy 0 valószínűséggel szerepel. Az osztályozandó objektumokat le lehet szűkíteni egy konkrét osztályra a „Class filter” alkalmazásával. Ezzel az algoritmussal egy műveleten belül egyszerre kettő jellemző küszöbértéke adható meg.



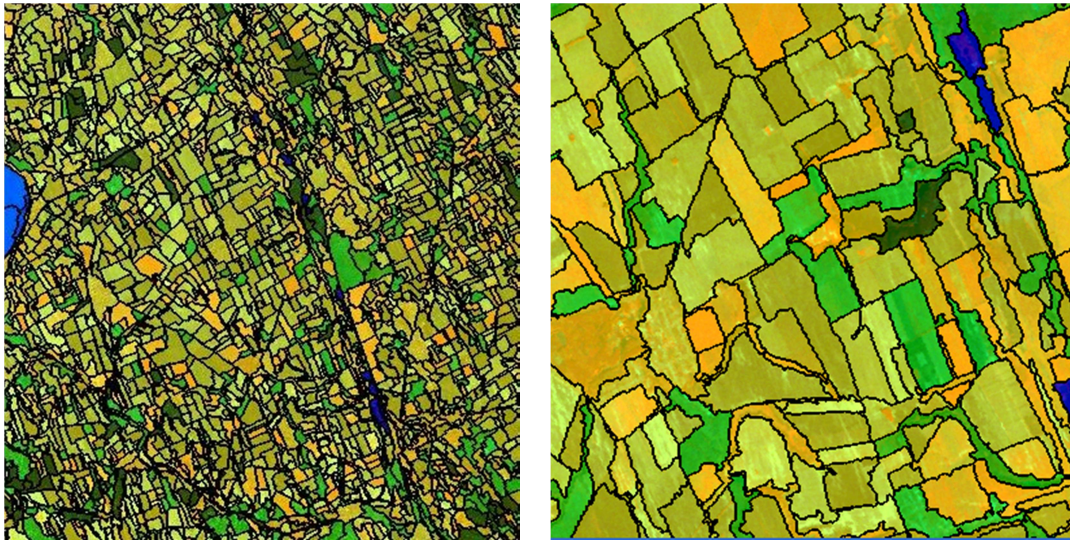
17. ábra. Az osztályozott katonai felmérés térképe.

8.2 LandsAT felvétel feldolgozása:

A feldolgozási munkáim második lépése volt, hogy egy LandsAT Thematic Mapper felvételt kerestem a területemről. A felvételt a <https://earthexplorer.usgs.gov> oldalról tudtam beszerezni, amelyen egy regisztráció elvégzése után hozzáférhetünk ingyenesen LandsAT felvételekhez. Ezzel a szenzorral készült felvételek terepi felbontása 30 méter. Azaz a felvétel egy pixele a terepen 30 méternek felel meg.

A területemről csak egy felvétel készült 1990. október 11.-én, de szerencsére ez a felvétel jó minőségű volt így el tudtam végezni a felvétel osztályozását.

A felvétel osztályozása nagyban egyezett a II. Katonai felmérés feldolgozásával, de mivel ez már tényleges műholdfelvétel volt ezért sokkal egyszerűbb és pontosabb osztályozási eredményhez jutottam. Az osztályozást kibővítettem a „Rét, legelő” osztállyal mivel ezen a felvételen jobban el lehetett különíteni a mezőgazdasági területeket.



18. ábra. A LandSAT felvétel osztályozási eredménye.

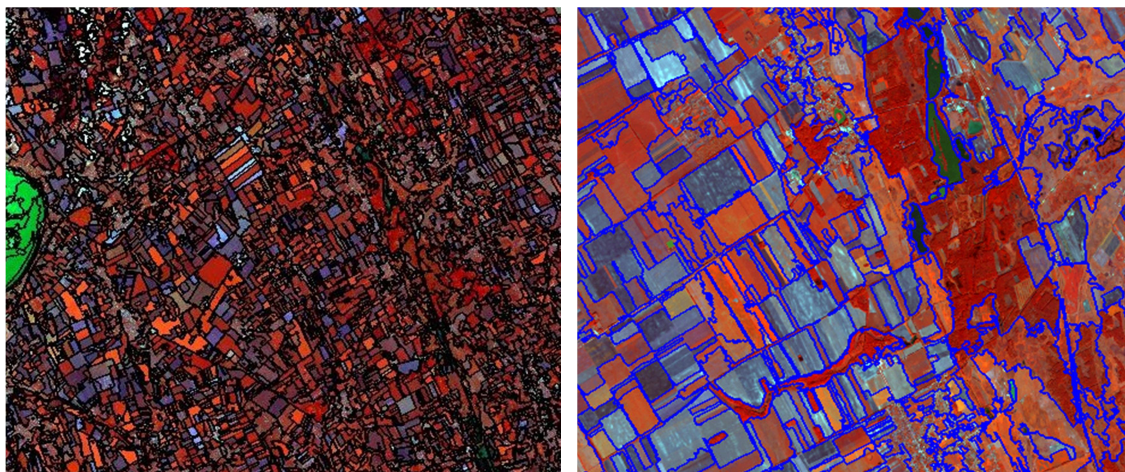
8.3 Sentinel felvétel feldolgozás:

A konzulensem által hozzá jutottam Sentinel-2-es felvételekhez is a 2016-os évből. Az adataim közül ezek a felvételek a legpontosabbak ugyanis az általam felhasznált zöld, vörös és infravörös sávokban a szenzor 10m-es terepi felbontást produkál.

Ezek közül a felvételek közül többet választottam ki későbbi feldolgozásra mivel az adathordozó csak kis ideig állt rendelkezésre az adatok lementésére.

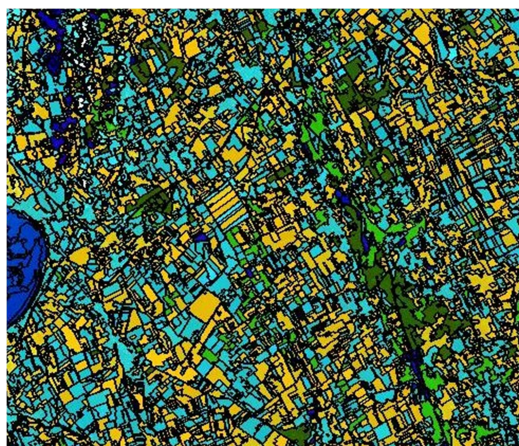
Az adatok között voltak tavaszi, nyári és őszi felvételek is. Azonban már a feldolgozáskor derült csak ki, hogy a lementett adatok nagy része nem alkalmas az osztályozásra, így csupán két felvételt értékeltem ki ezek közül. Az egyik nyári felvételt, amely bal felső sarkában még így is volt található felhőborítás ezért a kiértékelési eredményeim nem teljesen valósak.

Ez a felvétel 2016. június 22-én készült. A feldolgozásánál ismét a „Multiresolution segmentation” funkciót használtam. Ebben az esetben is több homogenitási kritériummal készítettem el a szegmentálást, végül a 480-as kritériummal végzett szegmentáció eredményével dolgoztam tovább.



19. ábra. A Sentinel felvétel szegmentálásának eredménye.

A szegmentálás után az előző felvételektől eltérően bevezettem a „Talaj” osztályt, amelyet azoknál a mezőgazdasági területeknél alkalmaztam, amelyeken a képkészítés pillanatában még nem volt vegetáció ezért a terület a kék szín árnyalataiban jelent meg.

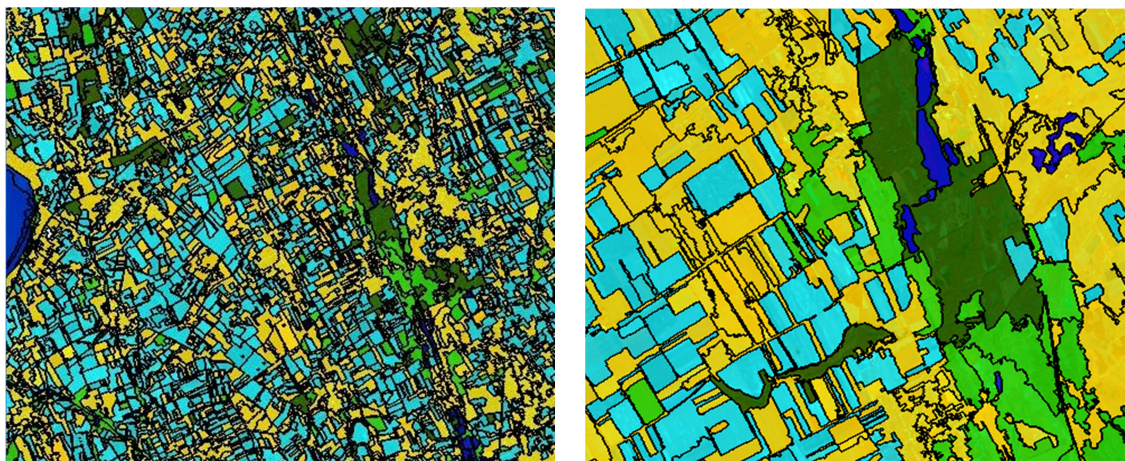


20. ábra. Felhőborítással rontott osztályozási eredmény.

Az osztályozás végrehajtása után vált igazán láthatóvá a képi hiba. Itt látható, hogy a bal felső sarokban ahol a felhőtakarás volt látható, a program vizenyős területnek azonosította a szegmenseket.

Ekkor döntöttem a szeptember 10.-ei felvétel mellett, amelyen semmilyen képi hiba és felhőborítás nem volt megtalálható.

Ennek a képnek a feldolgozásánál szintén a 480-as homogenitási kritériummal szegmentáltam első lépésként, majd ugyanúgy tanulóterületek kijelölésével elvégeztem az osztályozást.



21. ábra. Továbbiakban felhasznált Sentinel felvétel osztályozása.

8.4 Szukcessziós területek:

A különböző időpontokban készült felvételek osztályozásával is láthatóvá váltak olyan területek, amelyeken a másodlagos szukcessziós folyamat elindult, de ezek megjelenítéséhez további lépésekre volt szükségem.

Olyan területeket kerestem, amelyek a korábbi felvételeken szántóként lettek azonosítva, de a legfrissebb Sentinel felvételemen már a „Fás bokros terület” vagy a „Rét, legelő” kategóriába kerültek. Feltételezve, hogy ezek a területek kimaradtak az aktív művelésből ezért elindulhatott rajtuk a szukcessziós folyamat, amely során megjelennek a fás szárú növények a területen.

A növényborításban fellépő változásoktól az intenzitási értékek szórása sokkal nagyobb lesz ezeken a területeken, mint az aktív művelésű szántóföldeken.

Mivel a növényzet intenzitási értékei a közeli infravörös (NIR) és a vörös (RED) sávokban a dominánsak ezért ezeknek a sávoknak átlagtól való eltérését valamint az NDVI értéket használtam fel a szukcesszióval érintett területek kiválasztására.

Ezt a három értéket kigyűjtöttem néhány területre, amelyeken egyértelműen látszott a folyamat. Majd ezeket felhasználva létrehoztam a „Szukcesszió” osztályt, amelyet e három értékkel definiáltam.

Ez után elvégeztem a felvétel újraosztályozását ezzel az egy osztállyal. Ezzel kigyűjtöttem a teljes felvételtől a szukcesszióval érintett területeket.

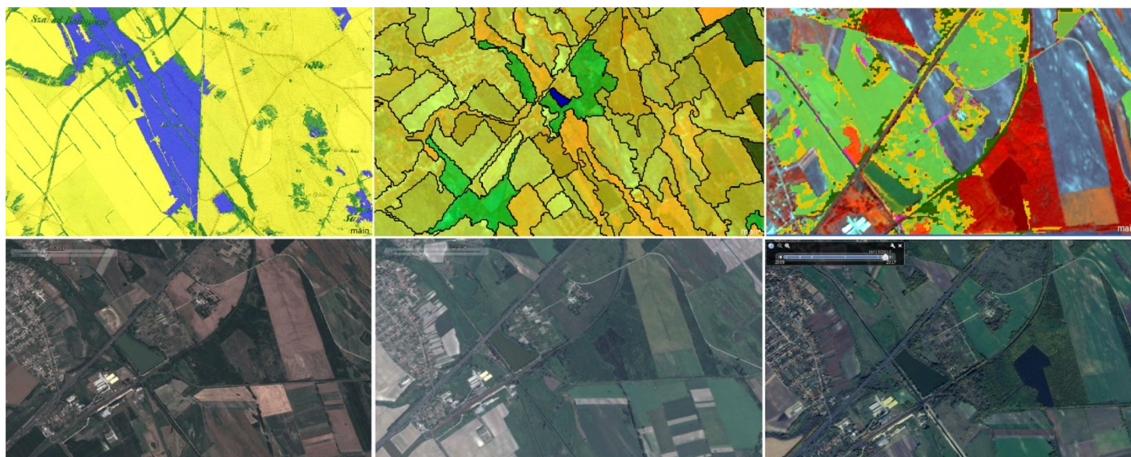
A szukcesszióval érintett területekről ezután egy új szegmentálást készítettem csak az érintett területeken. A szegmentálást ezúttal 20-as homogenitási kritériummal végeztem el annak érdekében, hogy az így kialakult szegmensekkel elkülöníthetővé váljanak az erdős, bokros és füves területek a vizsgált területeken. Ehhez a „Multiresolution Segmentation” funkcióban meg kellett adnom egy filtert a „Szukcesszió” osztályra így a program csak azokon a területeken végezte el a szegmentálást, amelyek ebbe az osztályba estek.

Ennek a szegmentálásnak az eredményét is tanulóterületek azonosításával osztályoztam. A szegmensek megfelelő azonosításához kerestem kettő olyan területet, amelyet megvizsgáltam az összes felvételemen valamint a „Google Earth” programban is.

A „Google Earth” programban található felvételek között sok gyenge minőségű felvétel van azonban korábbi felvételek megtekintésére is van lehetőség, ezért kis terület megfigyelését jól lehet elvégezni rajta.

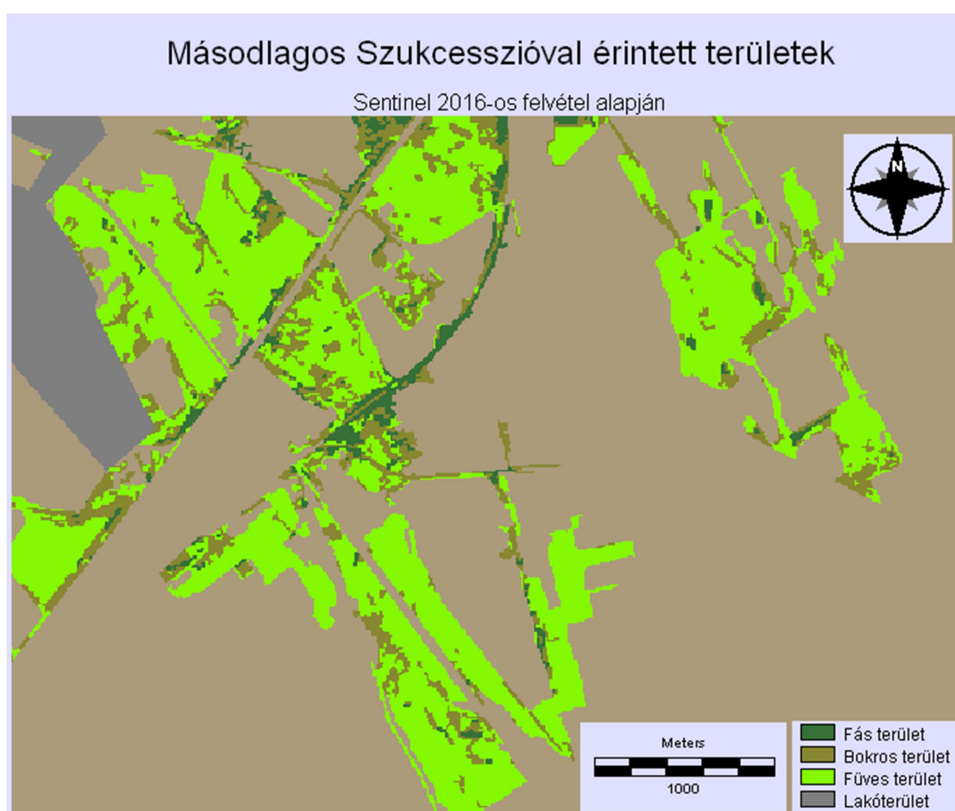
A területek megfigyelése után jól azonosíthatóvá váltak a fás, bokros és füves területek. Ezek kijelölése után a program már könnyedén el tudta végezni az egész mintaterületre ezt az osztályozást.

Az első ilyen kiválasztott területem Szabadbattyán községben volt az M7-es autópálya mentén. A II. Katonai felmérés adataiból készített osztályozás arra utal, hogy a terület régen vizenyősebb volt, ahogy a terület feltöltődött itt is elkezdtek a területek aktív művelését, de az idő előrehaladtával a művelés alábbhagyott és elkezdtek megjelenni a területen a fás szárú növények.



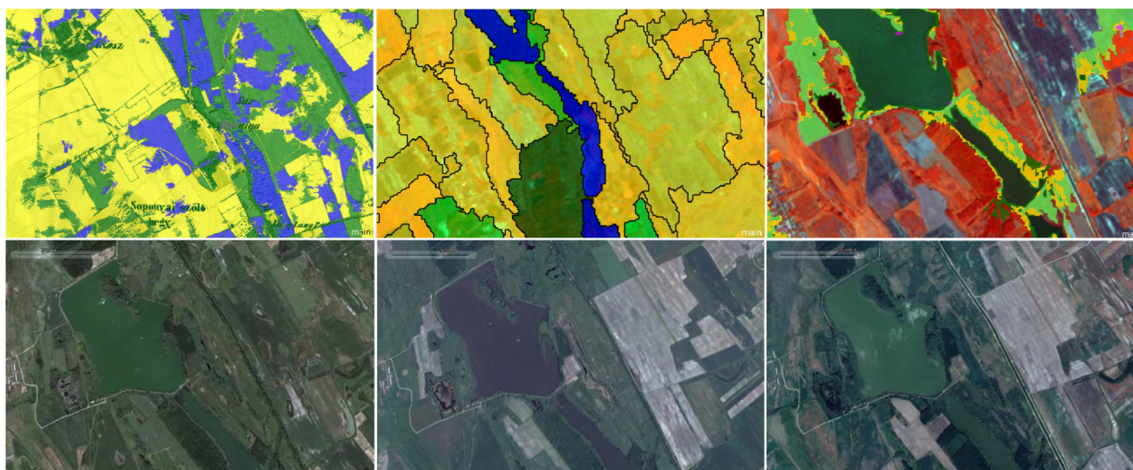
22. ábra. Első kiemelten vizsgált terület a szukcesszió modellezéséhez. Felső sorban jobbról balra: II. Katonai felmérés, 1990-es LandSAT felvétel, 2016-os Sentinel kép. Alsó sorban Google Earth kivágatok: 2011, 2014, 2017

A xy ábra jobb felső képén már látható a szukcesszióval érintett terület osztályozása, amelyen elkülönítettem a fás, bokros és füves területeket ezért a jobb láthatóság érdekében erről a vizsgált területről készített tematikus térképet az elkészítési folyamat leírása előtt elhelyeztem az xy ábrán.



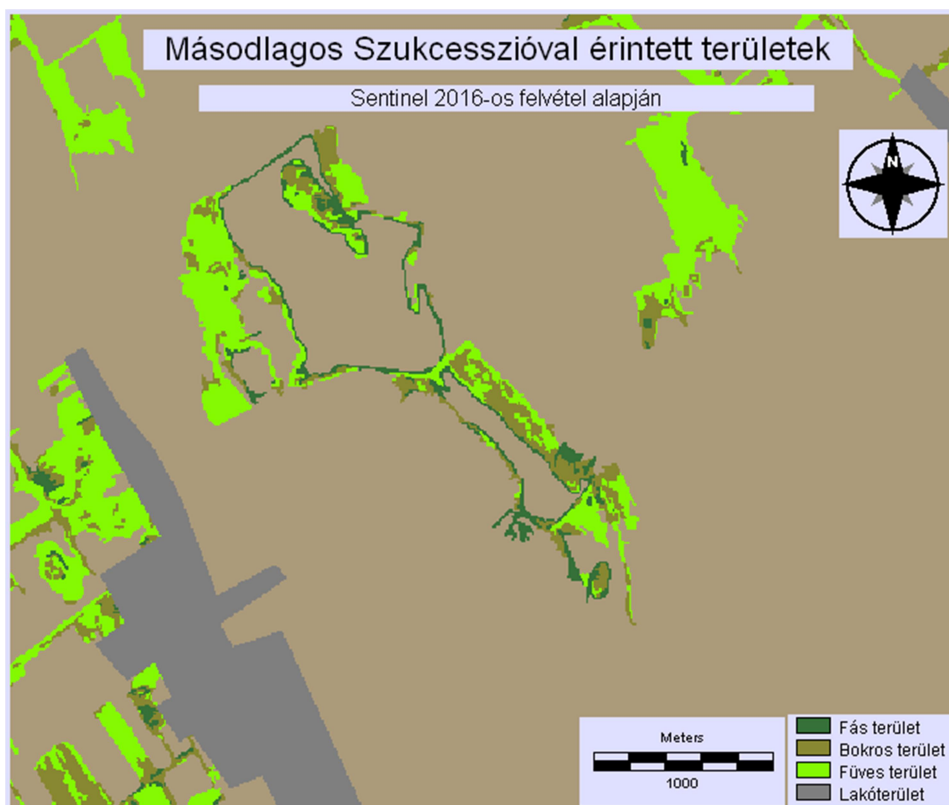
23. ábra. Első kiemelten vizsgált területről készített tematikus térkép.

A második vizsgált területem Soponya mellett található halastó, amely a Sárvíz-völgye tájvédelmi körzethez tartozik. Ezen a területen a II. Katonai felmérés idejében még nagyobb erdőségek voltak jelen azonban a 90-es évek LandsAT felvételén már szántóként lettek ezek a területek azonosítva. A Sentinel felvételen azonban már egyértelműen látszik a területen a szukcesszió hatása, a terület nagy része bokros területté vált 26 év elteltével.



24. ábra. Második kiemelten vizsgált terület a szukcesszió modellezéséhez. Felső sorban jobbról balra: II. Katonai felmérés, 1990-es LandsAT felvétel, 2016-os Sentinel kép. Alsó sorban Google Earth kivágatok: 2011, 2014, 2017

A formai egyezés okán az erről a területről készült tematikus térkép nagyítását is előbbre hoztam a xy ábrára.



25. ábra. Második kiemelten vizsgált területről készített tematikus térkép.

8.4.1 Tematikus térképek készítése:

Ezzel befejeztem a felvételek osztályozását ezért az elkészült osztályozási eredményeket exportáltam az eCognition szoftverből TIF formátumba. Mivel ez a formátum megőrzi a felvételek koordinátáit ezért könnyen helyezhetők más szoftverbe, amelyben más módon kívánjuk felhasználni az adatokat.

Ez a másik szoftver az esetemben az Idrisi taiga verziója volt. Ez a program tematikus térképek előállítására nagyon alkalmas. Az eCognitionból exportál képeimet behívtam a szoftverbe, amelyeket a program át tud alakítani a saját RST formátumába. Az átalakított formátumú képből pedig elkészítettem a tematikus térképeket.

A program ugyan saját formátumban dolgozik a képekkel azonban található benne egy funkció, amellyel át lehet alakítani az exportált képeim a program saját formátumába.

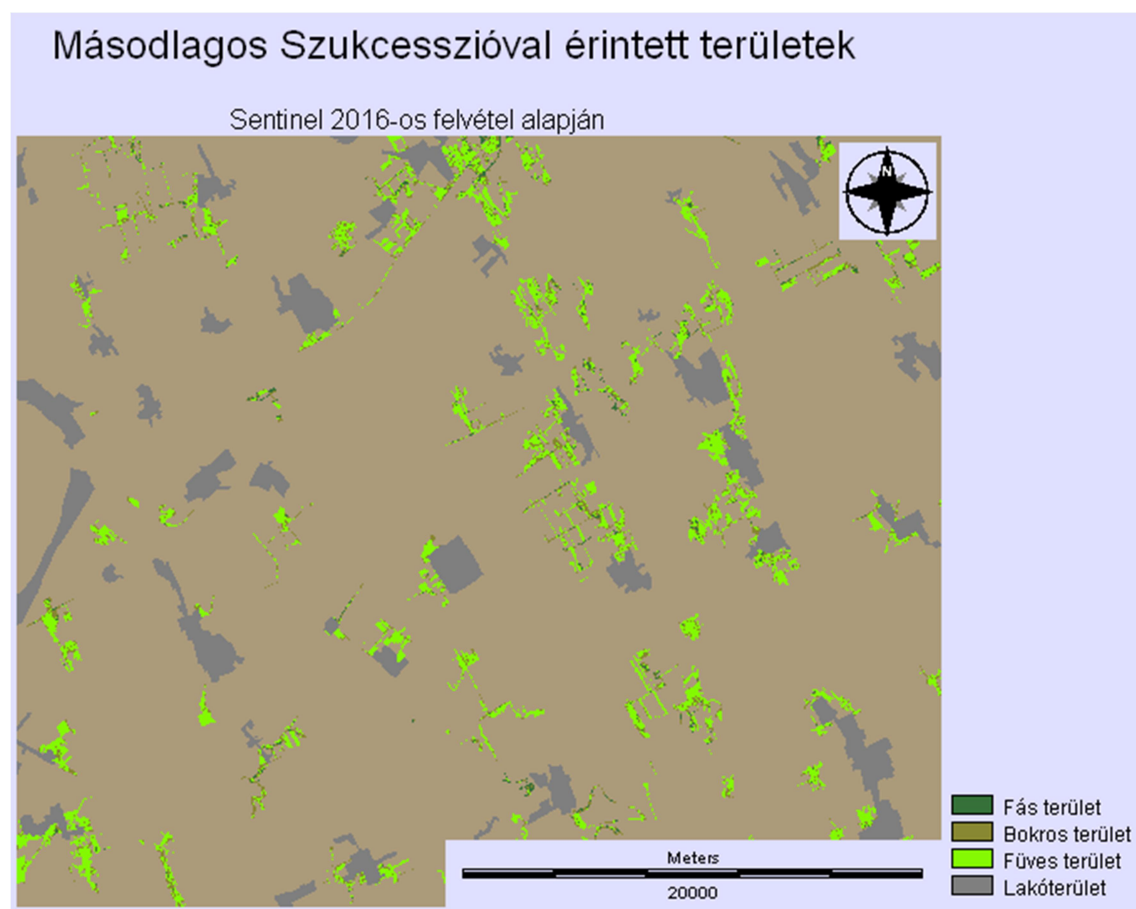
Mivel a felvételek feldolgozásának legnagyobb hibája a lakott területek azonosítása volt ezért az osztályozási eredményem fölé akartam helyezni a lakott területeket, ezzel kitakarva a hibásan szukcessziós területként osztályozott területeket.

Ehhez egy meglévő vektoros fájlra volt szükségem, amely tartalmazta a belterületek határvonalait. Ezeket a határvonalakat konvertáltam poligonokká, hogy ténylegesen takarják az osztályozási eredményem szükséges területeit.

A konverzió elvégzése után el kellett végeznem a „Reclass” újraosztályozást mivel az átalakítás során keletkezett egy „üres” réteg, amely a háttér rétege azonban ezt a réteget nem akartam megjeleníteni az osztályok között. Valamint az újonnan elhelyezett lakott területeket külön osztályba akartam sorolni mivel az áthelyezés során a program több osztályba helyezte el ezeket a területeket.

Az újraosztályozás elvégzése után nekiláttam a tematikus térkép elkészítésének. Ennek első lépéseként elneveztem a képen látható osztályokat. Ezeknek létrehoztam egy színpalettát, amely a végleges térkép megjelenítését befolyásolta. Ezen felül címet adtam a térképnek, elhelyeztem az észak jelet illetve léptéket helyeztem el a képen.

Ezt az elkészült tematikus térképet exportáltam PNG formátumban.

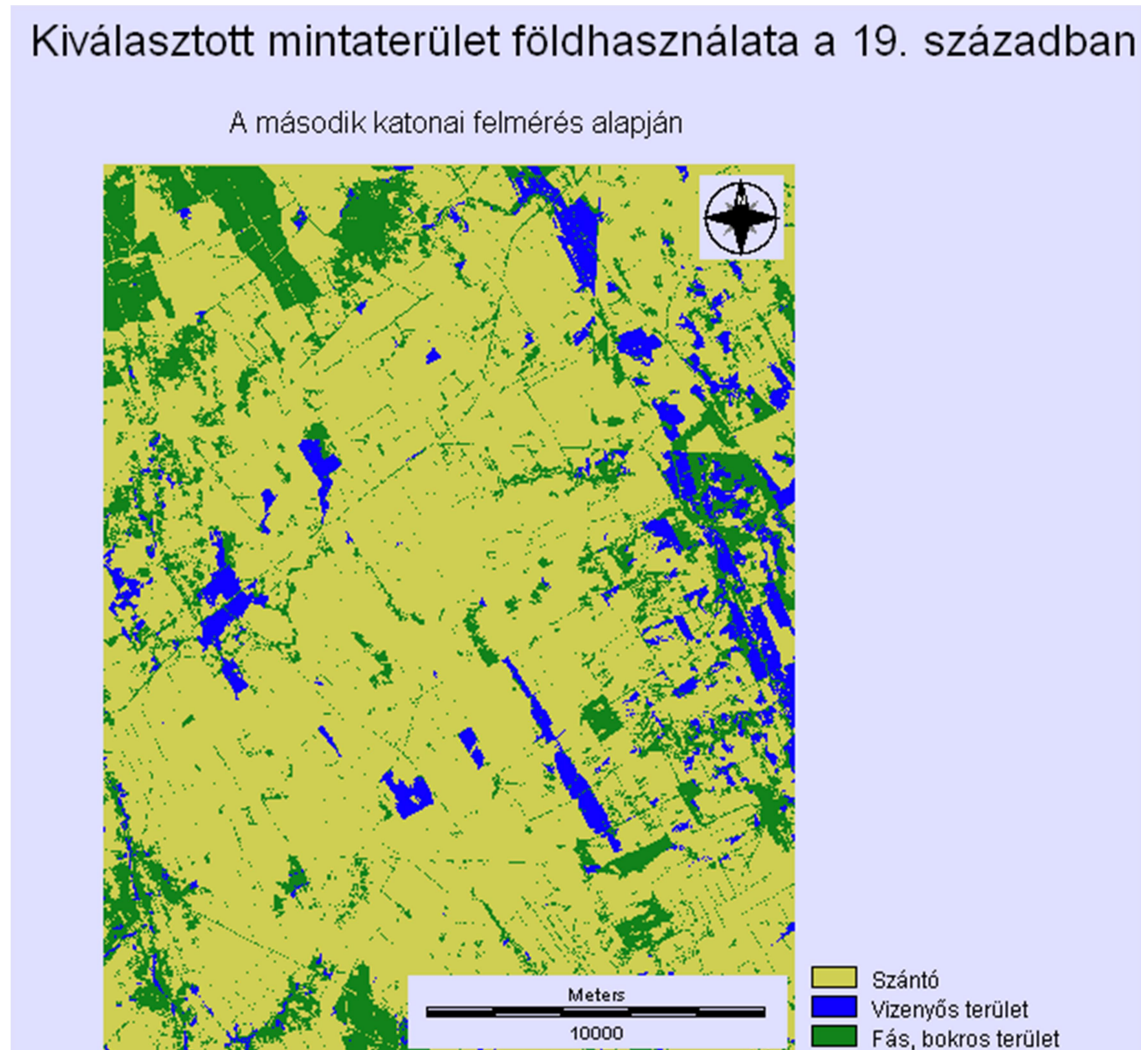


26. ábra. A mintaterület másodlagos szukcesszióval érintett területei.

9.0 A mintaterület földhasználati elemzése:

9.1 II. Katonai felmérés alapján:

A szukcesszióval érintett területek térképezésén túl elkészítettem a terület földhasználati állapotának változását a második katonai felmérés idejében.



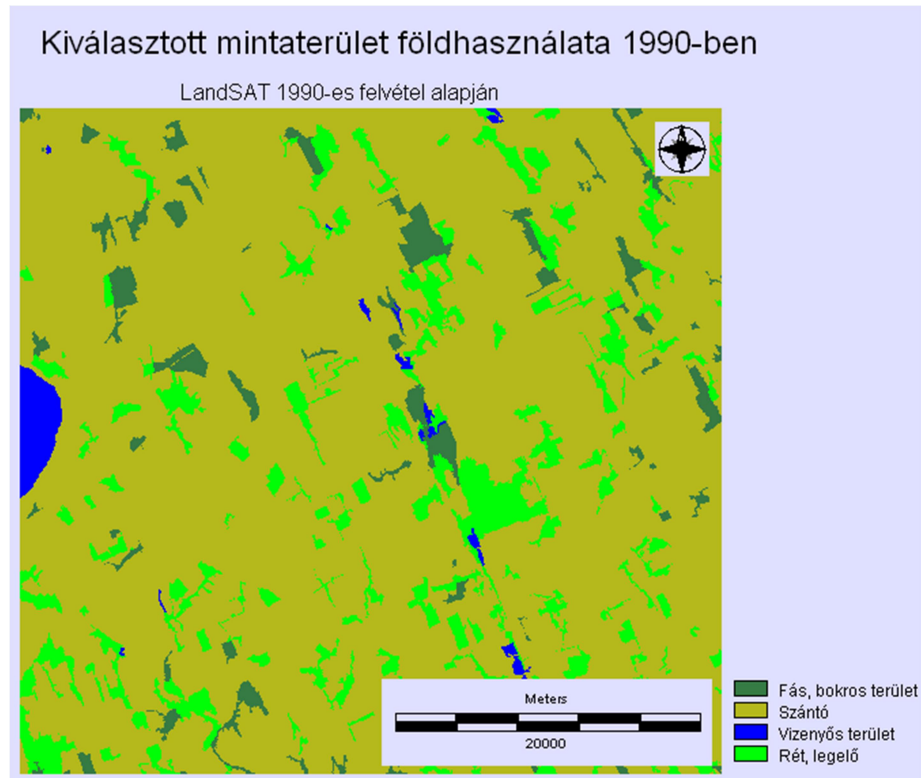
27. ábra. Földhasználatot ábrázoló tematikus térkép a II. Katonai Felmérés alapján.

Mint korábban utaltam rá, hogy a katonai felmérés adatai nem túl megbízhatóak, sok a hibásan osztályozott terület a képi hibák miatt ezért területkimutatás elvégzésének nem láttam értelmét. A területek nagyban eltértek a másik két tematikus térképen mért értékektől.

Azonban a hibák ellenére is látható, hogy a mintaterület jelentős változásokon ment keresztül a katonai felmérés óta.

9.2 LandSAT felvétel alapján:

A LandSAT felvétel esetében már más a helyzet mivel itt már valódi távérzékelte felvételtől beszélünk ezért a képosztályozás eredménye is a valósághoz közelebb.

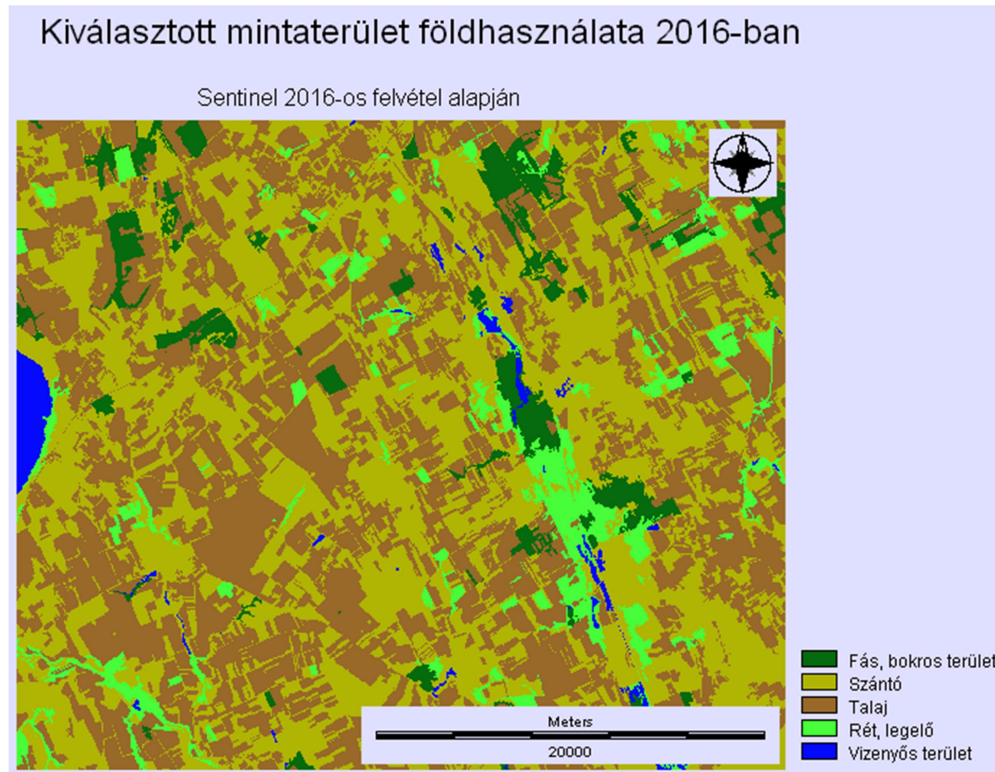


28. ábra. Földhasználatot ábrázoló tematikus térkép az 1990-es LandSAT felvétel alapján.

A LandSAT felvétel osztályozásának utólagos vizsgálatánál arra a következtetésre jutottam, hogy bizonyos mezőgazdasági területek tévesen kerültek a „Rét, legelő” osztályba. Ez valószínűleg a felvételt készítés pillanatában jelenlévő vegetáció miatt történhetett.

9.3 Sentinel felvétel alapján:

A Sentinel felvétel a legjobb minőségű adatom volt valamint ez a legfrissebb ezért a terület jelenlegi földhasználatahoz ez a tematikus térkép áll a legközelebb.

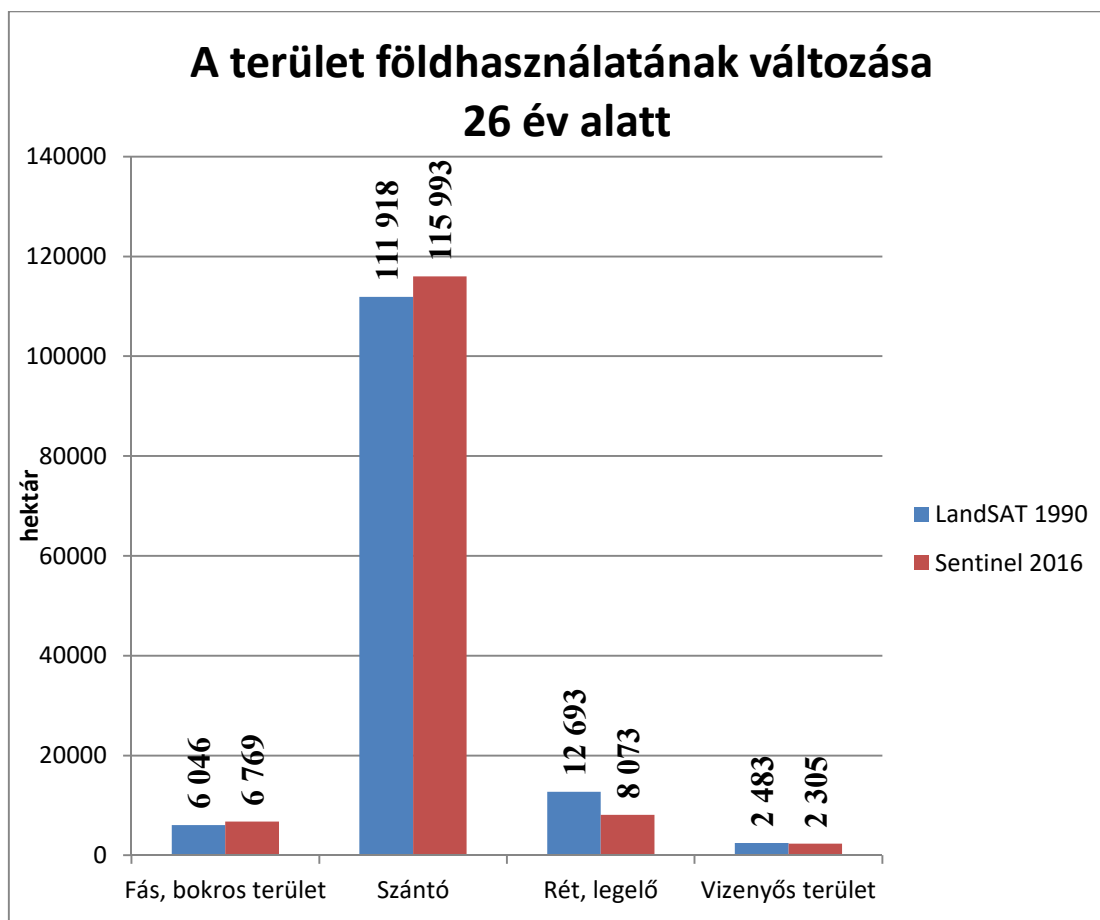


29. ábra. Földhasználatot ábrázoló tematikus térkép a 2016-os Sentinel felvétel alapján.

Megjegyzendő, hogy a Sentinel felvételen jelenlevő „Talaj” osztály is a szántóként használt mezőgazdasági területekhez tartozik, de a felvételek készítés pillanatában ezeken a földeken még nem volt vegetáció, így azonosításukat külön kategóriában tettem.

10. Összefoglalás:

A két felvétel között eltelt idő alatt a „Rét, legelő” osztályba sorolt területek változása a legjelentősebb. A „Szántó” művelésű területek esetén is megfigyelhető nagyobb eltérés azonban ez a korábban említett LandSAT felvétel osztályozásakor tévesen besorolt szegmenseknek köszönhető.



1. diagram. Földhasználati változások a mintaterületen.

A rét területek csökkenésének valódi oka főként a másodlagos szukcesszió hatása. Az eltelt idő alatt a kérdéses területek egy részét ugyan beszántották és valóban kerültek a szántó osztályba, de másokat pedig kihagytak a művelésből ezért ezeken elindult a szukcessziós folyamat és az idő múlásával beerdősödtek.

A mintaterület tüzetes vizsgálata után vizuálisan is kijelenthettem volna, hogy a kiválasztott mintaterületen a másodlagos szukcesszió hatása nem túl domináns, amit a kiértékelésem adatai is alátámasztanak.

Irodalomjegyzék

- Birkás, M. (2001). *A talajhasználat. A talajhasználati módok értékelése. Talajművelés a fenntartható gazdaságban*. Budapest: Akaprint kiadó.
- Dorgai, L. (2004). *Agrárgazdasági Tanulmányok*. Budapest: Agrárgazdasági Kutató Intézet.
- Dr. Bihari Zoltán, D. A. (2008). *Természetvédelmi ökológia*. Debrecen: Debreceni Egyetem a TÁMOP 4.1.2 pályázat keretein belül.
- Dr. Szabó, A. (2017. április 28). *Parlament*. Letöltés dátuma: 2017. november 8, forrás: Parlament.hu:
http://www.parlament.hu/documents/10181/1202209/Infojegyzet_2017_33_osztatlan_kozos_tulajdon.pdf/056a8f83-1665-42f7-9715-a688736f573a
- ESA. (dátum nélk.). *esa*. Letöltés dátuma: 2017. november 14, forrás: esa.int:
http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus
- Földhivatal. (dátum nélk.). *Földhivatalok*. Letöltés dátuma: 2017. november 8, forrás: Földhivatalok.geod.hu:
http://foldhivatalok.geod.hu/osztatlan_megszuntetese.php
- Fömi. (dátum nélk.). *Földmérési, távérzékelési és földhivatali főosztály*. Forrás:
<http://www.ftf.bfk.gov.hu/portal/index.php/projektjeink/foldfelszin-monitorozas-corine>
- Házi, J. (2012). *Parlagterületeken kialakuló másodlagos szárazgyepek cönológiai és vegetációdinamikai vizsgálata a Nyugat-Cserhátban*. Gödöllő: Szent István egyetem.
- Magda, R. S. (2002). *Új irányzatok a földhasználatban*.
- Malgorzata, V. W. (2011). *Fotointerpretáció és Távérzékelés 1: A távérzékelés fizikai alapjai*. Székesfehérvár: Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar.
- Malgorzata, V. W. (2011). *Fotointerpretáció és Távérzékelés 2: Felvevőrendszerek*. Székesfehérvár: Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar.
- Malgorzata, V. W. (2011). *Fotointerpretáció és Távérzékelés 4: A távérzékelte felvételek kiértékelése*. Székesfehérvár: Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar.
- Malgorzata, V. W. (2011). *Fotointerpretáció és Távérzékelés 5: Távérzékeléssel szerzett adatok számítógépes kiértékelése*. Székesfehérvár: Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar.

- Malgorzata, V. W. (2011). *Fotointerpretáció és Távérzékelés 6: A távérzékelés alkalmazási területeinek*. Székesfehérvár: Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar.
- Malgorzata, V. W. (2015). *Objektum alapú képelemzés*. Budapest: Óe-AMK.
- Satimagingcorp. (dátum nélk.). *Satimagingcorp*. Letöltés dátuma: 2017. október 25, forrás: satimagingcorp.com: <https://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/other-satellite-sensors/landsat-8/>
- Stefanovits Pá, P., Filep, G., & Füleký, G. (dátum nélk.). *Tankönyvtár*. Forrás: www.tankonyvtar.hu:
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Talajtan/ch18.html#id636896
- Tankönyvtár. (dátum nélk.). *Tankönyvtár*. Forrás: Tankönyvtár.hu.
- USGS. (2017. június 22). *LandSAT.usgs*. Letöltés dátuma: 2017. október 24, forrás: landsat.usgs.gov: <https://landsat.usgs.gov/landsat-9-history>
- Várallayay, G. (2001/1-2). *Agrokémia és Talajtan*. Budapest: Akadémia Kiadó.