

**DEBRECENI EGYETEM**  
Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma  
Mezőgazdaságtudományi Kar

**KERPELY KÁLMÁN DOKTORI ISKOLA**

Doktori Iskola vezető:  
**Prof. Dr. Nagy János**  
MTA doktora

Témavezető:  
Prof. Dr. Nagy János  
MTA doktora

**MEZŐGAZDASÁGI FÖLDHASZNÁLAT-VÁLTOZÁS ELEMZÉSE ELTÉRŐ  
ADOTTSÁGÚ TERÜLETEKEN TÉRINFORMATIKAI ESZKÖZÖKKEL**

Készítette:  
Kovács Kálmán  
Doktorjelölt

Debrecen  
2009

# MEZŐGAZDASÁGI FÖLDHASZNÁLAT-VÁLTOZÁS ELEMZÉSE ELTÉRŐ ADOTTSÁGÚ TERÜLETEKEN TÉRINFORMATIKAI ESZKÖZÖKKEL

Értekezés a doktori (Ph.D.) fokozat megszerzése érdekében a  
Növénytermesztés és kertészeti tudományok területén

**Írta: Kovács Kálmán**

Készült a Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskolája  
keretében

**Témavezető: Prof. Dr. Nagy János MTA doktora**

A doktori szigorlati bizottság:

	Név	Tudományos fokozat
Elnök:	Dr. Sinóros-Szabó Botond	DSc
Tagok:	Dr. Detrekői Ákos	MTA rendes tag
	Dr. Vincze Szilvia	PhD

A doktori szigorlat időpontja: 2009. ....

Az értekezés bírálói:

	Név	Tudományos fokozat
	.....	.....
	.....	.....
Pótopponens:	.....	.....

A bírálóbizottság:

	Név	Tudományos fokozat
Elnök:	.....	.....
Tagjai:		
Pótelnök:	.....	.....
Titkár:	.....	.....
	.....	.....
Póttag:	.....	.....

Az értekezés védésének időpontja: 2009. ....

# TARTALOMJEGYZÉK

I.	BEVEZETÉS	4
II.	IRODALMI ÁTTEKINTÉS	8
II.1.	FÖLDHASZNÁLAT	8
II.1.1.	A földhasználat változása	8
II.1.2.	Területhasználatot-tájkagdálkodást befolyásoló peremfeltételek	12
II.1.3.	Ártéri tájhasználat	22
II.1.3.1.	Ártéri tájkagdálkodás és fenntartható vízgazdálkodás	22
II.1.3.2.	Ártéri tájhasználat alföldi tározóterületek példáján	24
II.1.4.	Földhasználat autópálya-fejlesztés során	27
II.1.4.1.	Autópálya-fejlesztések stratégiai jelentősége és regionális hatása	27
II.1.4.2.	Autópálya-fejlesztések területhasználatának korszerű tervezése	30
II.2.	TÉRINFORMATIKA A FÖLDHASZNÁLAT-TERVEZÉSBEN ÉS MONITORINGBAN	34
II.2.1.	Térinformatika és térinformációs rendszerek	34
II.2.1.1.	Térinformációs rendszerek kialakulása	35
II.2.1.2.	Térinformációs rendszerek létrehozása	36
II.2.1.3.	Adatnyerési eljárások	38
II.2.1.4.	Matematikai módszerek a térinformatikai rendszerekben	40
II.2.2.	Távérzékelés	43
II.2.2.1.	A távérzékelés fizikai alapja	43
II.2.2.2.	Távérzékelte felvételek	46
II.2.2.3.	Távérzékelte adatok feldolgozása, Fourier-sor alkalmazása a képfeldolgozásban	48
II.2.3.	Földhasználat-tervezésben széles körben alkalmazott térinformációs rendszerek	52
II.2.3.1.	CORINE - Coordination of Information on the Environment	52
II.2.3.2.	INSPIRE - Infrastructure for Spatial Information in Europe	55
II.2.3.3.	MePAR - Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer	57
III.	ANYAG ÉS MÓDSZER	60
III.1.	FÜGGVÉNYKÖZELÍTÉSEK FOURIER-SOROKKAL	60
III.1.1.	A vizsgálatban szereplő függvény sorok és függvényosztályok	60
III.1.2.	Fourier-soros közelítések konvergencia problémái	62
III.2.	TÁJKAGDÁLKODÁS TERVEZÉSE ÁRAPASZTÓ TÁROZÓK TERÜLETÉRE	63
III.2.1.	Természetföldrajzi adottságok a tározók környezetében	63
III.2.2.	Felhasznált adatforrások és feldolgozási módszerek	65
III.2.2.1.	Digitális terepmodell	65
III.2.2.2.	Talajtani és földhasználati adatok	66
III.3.	FEJLŐDÉSI ÉS NÖVEKEDÉSI ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATOK KUKORICA TERMŐTERÜLETEKEN	68
III.3.1.	A mintaterületek talajtani jellemzése	68
III.3.2.	Időjárási adatok gyűjtése és a klimatikus paraméterek kiszámítása	68
III.3.3.	Alkalmazott adatforrások és módszerek	71
III.3.4.	Mintavétel és az értékelés módszere	73

III.4.	AUTÓPÁLYA-FEJLESZTÉS TERÜLETHASZNÁLATÁNAK VIZSGÁLATA	75
III.4.1.	A vizsgált terület leírása	75
III.4.2.	A területhasználat mérésére felhasznált adatok és feldolgozási módjuk	78
III.4.2.1.	A területhasználattal kapcsolatos tervezési adatok és feldolgozási módjuk	78
III.4.2.2.	Távérzékelte adatok és felhasználásuk a tényleges területhasználat meghatározására	81
IV.	EREDMÉNYEK	83
IV.1.	FÜGGVÉNYKÖZELÍTÉSEK FOURIER-SOROKKAL	83
IV.1.1.	Folytonos függvények egyenletes közelítése Fourier-sorral	83
IV.1.2.	Folytonos függvények egyenletes közelítése ortogonális sorokkal	84
IV.1.3.	Majdnemperiodikus függvények közelítése Fourier-sorral	85
IV.2.	TÁJGAZDÁLKODÁS TERVEZÉSE ÁRAPASZTÓ TÁROZÓK TERÜLETÉRE	86
IV.2.1.	A tározóterületek földhasználatának elemzése	86
IV.2.1.1.	Tagoltság	86
IV.2.1.2.	Tájhasználat	88
IV.2.2.	Tájhasználat a jövőben – tájgazdálkodás tervezése	90
IV.2.2.1.	Az ártéri tájgazdálkodás-tervezés kiinduló adatai	90
IV.2.2.2.	Tervezési mátrix a hasznosítási alternatívák kidolgozására	93
IV.3.	FEJLŐDÉSI ÉS NÖVEKEDÉSI ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATOK KUKORICA TERMŐTERÜLETEKEN	97
IV.3.1.	Az adatok előfeldolgozása	97
IV.3.2.	Számítások és értékelések	101
IV.3.2.1.	A hőösszeg és az NDVI közötti összefüggések értékelése	101
IV.3.2.2.	Az NDVI és a termés közötti összefüggés értékelése	102
IV.3.2.3.	A kukorica hibrid-előállítások közötti különbségek értékelése	107
IV.4.	AUTÓPÁLYA-FEJLESZTÉS TERÜLETHASZNÁLATÁNAK VIZSGÁLATA	109
IV.4.1.	A területhasználat meghatározása térinformatikai eszközökkel	109
IV.4.1.1.	Papír alapú számszerű adatok feldolgozása és kiértékelése	109
IV.4.1.2.	Tervezett területhasználat meghatározása helyszínrajzok digitalizálásával	109
IV.4.1.3.	Tényleges területhasználat meghatározása távérzékelte adatokból	109
IV.4.2.	A távérzékelte mérések elemzése	110
IV.4.2.1.	Távérzékelte adatok összevetése	110
IV.4.2.2.	Az alkalmazott mérések középhibája	112
V.	KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK	114
VI.	ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	117
VII.	ÖSSZEFOGLALÁS	119
VIII.	SUMMARY	124
IX.	PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK	129
X.	PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN	142
	NYILATKOZATOK	147

# I. BEVEZETÉS

Korunk legnagyobb kihívása az a konfliktus, amely az ember és az általa fejlesztett technológia vezérelte fejlődés energia és más természetes erőforrások iránti növekvő igénye, valamint az erőforrások egyre csökkenő készletei (fosszilis energiák, ásványi nyersanyagok), illetve minőségük romlása (levegő, talaj, édesvíz) között kialakult. Ezért nagy jelentősége van az erőforrások felmérésének, és a velük történő ésszerű gazdálkodás kialakításának. Értekezésemben a termőföldnek, mint az egyik legfontosabb természeti erőforrásnak használatával foglalkozom. Kutatásaim egyik célja konkrét példákon keresztül igazolni, hogy a térinformációs rendszerek alkalmasak a földhasználat tervezésére, sőt új összefüggések feltárását teszik lehetővé e területen is.

A térinformatika egy korszerű eszköz, amely azonban csak akkor működik jól, ha kellő alázattal közelít a szakterülethez, tudományághoz, amelynek éppen szolgálatában áll. Mivel lényege a modellezés és a mérés, szükséges, hogy először megismerjük annak a területnek a legfontosabb szakmai alapjait, sajátosságait és fortélyait, amelyet modellezni, majd mérni akarunk, hogy azután a kapott adatok alapján döntéseket hozzunk, vagy döntés előkészítő anyagokat állítsunk össze. Ezért dolgozatomban mind a három alkalmazás-kutatási területemen (tájhasználat-tervezés árapasztó tározókban, kukorica-vetőmagfejlődési összehasonlító vizsgálatok, illetve földhasználat autópálya-építés során) képet kívántam adni arról, mi a feladat lényege, s hogy az adott területeken a meglévő, vagy kifejleszhető térinformációs rendszerek hogyan illeszkednek be a megoldási folyamatokba, és milyen hozzáadott értékeket jelentenek.

Több mint két évtizede dolgozom a Budapesti Műszaki Egyetem Gépészkari Matematika (ma Differenciálegyenletek) Tanszékén, ahol végzett kutatásaim egy része (Fourier-soros közelítések) közvetlenül is alkalmazható térinformatikai és távérzékelési feladatok ellátásában. Egyetemi munkám mellett közéleti pályafutásom során szerzett tapasztalataim vezettek rá azokra a földhasználathoz kapcsolódó gyakorlati feladatokra (ártéri tájgazdálkodás-tervezés, autópályahálózat-fejlesztések, illetve növényi fejlődés- és termésbecslés eltérő mintaterületeken), amelyek kidolgozásával dolgozatomban részletesen foglalkozom. Valamennyi vizsgálatban felhasználtam az úrfelvételeket, amelyek alkalmazásának hatékonyságáról – mint a Magyar Űrkutatási Tanács elnöke – az elmúlt évtizedben meggyőződtem.

Az informatikához való szakmai kötődésemet a közéleti tevékenységem során is megtartottam, így részt vehettem fontos anyagok kidolgozásában, mint a Nemzeti Informatika Stratégia, és elősegíthettem az információs társadalom hazai kiépülését támogató törvények (elektronikus hírközlés - 2003, elektronikus információszabadság - 2005) és programok (eMagyarország – 2002, Közháló - 2003) indítását, amelyek mára lehetővé teszik az informatikai eszközök és információs rendszerek egyre szélesebb körű alkalmazását. Dolgozatomban több európai térinformációs rendszer felhasználása és bemutatása is szerepel. Ezek megismerésében segített, hogy közéleti megbízatásaim egy része az európai projektekből való részvételt, s az azokhoz kapcsolódó hazai programok kidolgozásában való közreműködést tette lehetővé.

A hálózati tudás korszakát éljük. Munkám során mindig támaszkodom a különböző szakterületekkel való együttműködésre, mert meggyőződésem, hogy – amint az igaz például az agrárgazdálkodás jövőképeire is – korunk kihívásaira csak a többfunkciós, komplex megoldásokat kínáló válaszok (Nagy, 2006) lesznek versenyképesek. Ezek a válaszok multidiszciplináris megközelítéseket igényelnek (Kovács K., 2009b). Dolgozatomban igyekeztem ennek a szemléletnek hangot és teret adni.

### ***Kutatási célkitűzéseim:***

*Fourier–soros függvényközelítések vizsgálata.* A korszerű térinformatikai alkalmazások mind nagymértékben támaszkodnak napjaink legfontosabb adatnyerési eljárására, a távérzékelésre. Nem véletlenül, hiszen az elmúlt évtizedben különösen nagy fejlődés tapasztalható e területen. Növekedett az adatforrások információtartalma, javult a számítógépek teljesítménye, így egyre nagyobb geometriai és radiometriai felbontású felvételek felhasználására nyílik lehetőség (Lillesand et al., 2004). A távérzékelte adatok iránti megnövekedő igény miatt a képfeldolgozások száma nagyságrendben növekedett néhány év leforgása alatt, ami viszont kikényszeríti az egyre nagyobb arányú automatikus feldolgozást. Egyik kutatási területem a digitális képfeldolgozásban – leginkább a szűrés és javítás területén - igen jelentős szerepet játszó Fourier-soros approximáció (Závoti, 1999). Kutatásaim a Fourier-soros közelítések területén arra irányultak, hogy függvények minél szélesebb körében lehessen a spektrumanalízist, vagy azzal analóg eljárást alkalmazni a jövőben, a képfeldolgozásban. Célom az volt, hogy javítsam a konvergencia-feltételeket, ezzel erősítve a képfeldolgozás matematikai megalapozottságát és megbízhatóságát.

*Földhasználat-vizsgálatok három szakterületen.* A korszerű földhasználat megköveteli a komplex – társadalmi, gazdasági, környezeti – megközelítést, a hatékonyság és a fenntarthatóság szem előtt tartását. Mindezek a területhez kapcsolódó ismeretek együttes kezelését, kölcsönhatásaik elemzését igénylik. Hazánkban is egyre szélesebb körben terjed a többfunkciós mezőgazdaság (Dobos et al., 2000), amely egy a fenntarthatóság követelményeinek megfelelő, az ún. ökoszociális piacgazdaság közegébe ágyazott környezet- és tájgazdálkodás (Ángyán et al., 1999). Kutatásaim célja, hogy igazoljam: a térinformációs adatok és adatrendszerek alkalmas és hatékony eszközök a földhasználat elemzés, tervezés és monitorozás komplex igényének kielégítésére, illetve új összefüggések felismerésére és bizonyítására a tájgazdálkodás, a növénytermesztés, valamint a vonalas infrastruktúra fejlesztés területén.

*Tájgazdálkodás-tervezés árapasztó tározók területén.* A természetközeli tájgazdálkodás a magyar vidék stratégiai fejlődési iránya. A Vásárhelyi terv továbbfejlesztése a Tisza mentén árapasztó tározók kiépítését, illetve ezek területén új tájgazdálkodás kialakítását tűzte ki céljául (Váradi, 2002). Kutatási témám a nagykunsági és a szamos-krasznai árapasztó tározó területére tervezett új tájgazdálkodás vizsgálata. A tájgazdálkodási forma lényegében a természeti adottságokhoz illeszkedő gazdálkodást jelenti, amelyet igen sok tényező alakít: például a földhasználat természeti adottságai, a klimatikus- és talajviszonyok, az elöntési szintek és vízjárási viszonyok (Alföldi, 1999), a tulajdonosi és használati háttér, a környékre jellemző területhasználati szokások és ezek változásai. Az árapasztó tározók területén történő tájgazdálkodás tervezése során a cél nem elsősorban vizes élőhelyek kialakítása és állapotuk fenntartása, hanem az ártér (adott esetben a tározótér) térszintjeinek megfelelő megkülönböztetett tájgazdálkodási rendszer kialakítása. Kutatási célom, hogy igazoljam: rendelkezésre álló térinformációs rendszerekből valamint távérzékelés útján nyert területi adatok megfelelő információt szolgáltatnak az árapasztó tározók területén kialakítandó új tájgazdálkodási rendszert tervezéséhez. Célom volt továbbá olyan tervezési segédeszköz kialakítása, amellyel a lehetséges tájgazdálkodási változatokat könnyebben áttekinthető és összehasonlítható.

*Növényi fejlődés- és termésbecslés eltérő mintaterületeken.* Az elmúlt évtizedek alapvető változást hoztak a mezőgazdasági földhasználatban: Csak egy, az adott termőterület talajviszonyainak, vízháztartásának, illetve termesztési szempontból meghatározó tényezőinek megfelelő termesztéstechnológia (Rátonyi et al., 2005)

megvalósítása adhat kielégítő választ az új környezetvédelmi és gazdasági kihívásokra. Napjainkban a gyors és pontos információs szolgáltatások a biztonságos mezőgazdasági termelés alapkövetelményévé váltak. Egyre több területen igazolódik, hogy a távérzékeléssel nyerhető adatok feldolgozásával olyan információk nyerhetők, amelyek az adott növény termesztése során felhasználhatók mind a technológiai, mind a döntéshozó folyamatokban (Víg et al., 2008b). Kutatási célom az, hogy megvizsgáljam és igazoljam a növényi fejlődés és növekedés műholdfelvételek feldolgozásával történő becslésének alkalmazhatóságát egy új területen, a kukorica vetőmag-termesztésben (Ványiné et al., 2009). Kutatásom kiterjedt arra is, hogy úrfelvételek segítségével tudunk-e segítséget adni egyes, jelentősen eltérő hibridek termesztése szempontjából legalkalmasabb termőterületek kijelölésben.

*Földhasználat autópálya-fejlesztés során.* A globalizáció regionális kihívása és uniós csatlakozásunk együttes hatásai nyilvánvalóvá tették, hogy Magyarország számára két komparatív előny is kínálkozik a globális gazdaságba történő bekapcsolódásra: az egyik a tudásunkra, szakképzettségünkre alapozó jelentős hozzáadott értékű szolgáltatások és termékek területe; a másik geopolitikai elhelyezkedésünkre és közlekedési infrastruktúránkra építő nemzetközi szállítmányozás és logisztika (Michelberger, 2005a). Ez utóbbi jelentős területhasználattal jár. Az autópályák területhasználata alapvetően eldől a hálózattervezés fázisában, de véglegessé a nyomvonal rögzítésekor válik. A korszerű közlekedési hálózattervezés számos szakmai terület együttes alkalmazását igénylő feladat. Az elvárások a funkcionalitás és gazdaságosság mellett egyre inkább kiterjednek a természetes és emberi környezetre gyakorolt hatás elemzésére, valamint a területfejlesztés és termőföld-gazdálkodás távlati célkitűzéseinek figyelembevételére (Kovács K, 2009a). Vizsgálati területem az M7 autópálya Balaton és Nagykanizsa közötti szakasza. Kutatási célom különböző térinformatikai célú adatnyerések - különösen távérzékelte adatok - alkalmazhatóságának összehasonlítása autópálya építés által igénybe vett földhasználat meghatározására, illetve a tervezett és a tényleges igénybevétel közötti eltérés feltárására.

Ezúton szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akikkel az elmúlt években együtt dolgozva, sok új ismeretre és tapasztalatra tehettem szert, s akik segítségemre voltak a kutatások eredményességében.

## II. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### II.1. FÖLDHASZNÁLAT

A földhasználatnak nagyon sokféle meghatározása létezik. Leggyakoribb definíciója szerint „a termőföldek teljes körű hasznosításával és védelmével kapcsolatos állapot” (Dömsödi, 1999). De értelmezhetjük a földhasználatot rendelkezésre álló teljes földfelszíni területre kiterjedve; tekinthetjük a térhasználat részeként, mivel annak csak bizonyos tényezőit öleli fel (Magda R., 2008); vagy olyan tevékenységként, amely a földfelszíni terület-igénybevétel mellett átfogja a feldolgozási és szolgáltatási szféra terület-igénybevételének kérdését is.

Bármilyen megközelítést is alkalmazunk, bizonyos, hogy a föld, illetve a termőföld mindig is többet jelentett az emberiség számára, mint egyszerű termelőeszközt. A földhasználat pedig – koronként változó tartalommal – de mindig sokféle tevékenységet foglalt magába. Sőt időről időre beigazolódik, hogy a földhasználat egészen belül működő mezőgazdaság is több mint egy árutermelő ágazat, mert ökoszociális feladatokat is el kell látnia. Különösen így van ez napjainkban, amikor a fenntarthatóság követelményének csak egy a térség természeti potenciálját, társadalmi-gazdasági környezetét, termelés-kultúráját és történetét is figyelembe vevő területhasználat-tájjgazdálkodás kialakítása tud megfelelni.

#### II.1.1. A földhasználat változása

Az emberiség a kezdetektől arra törekszik, hogy a föld használatának egyre intenzívebb formáival minél jobban kielégítse a termékek iránti állandóan növekvő keresetet. Ennek eredménye a földművelési-földhasználati rendszerek folyamatos átalakulása, fejlődése, amelynek főbb állomásai Ángyán József alapján (Ángyán et al., 2005) az alábbiak:

*a/ Parlagos legelő-/erdőváltó földművelési rendszer*

Több mint ezer évig a földművelés uralkodó formája volt, amelyre jellemző a kis népsűrűség, a vándorló életmód, s a földterület kis részének 4-6 éves művelés alá vonása, majd hosszabb (50-60 éves) parlagoltatása.

*b/ Ugaros földművelési rendszer (nyomásos gazdálkodás)*

Európában mintegy 3 évszázad alatt a 10.-11. századra általánossá váló rendszer, amelyben a növények már elfoglalták a szántóterület több mint felét, s a művelés alá vont területet két-(gabona-ugar) vagy három részre (gabona-gabona-ugar) osztva a talaj csak egy-két évig pihent. A takarmányigényt a közös használatú rétek és legelők fedezték.

*c/ Vetésváltó földművelési rendszer*

Az árutermelés és az (élelmiszer)ipar kereskedelmi mértékű keresletének következményeként kialakuló új mezőgazdálkodási rendszerek közül Európa nyugati felén a legszélesebb körben a 17. és a 19. század között elterjedt forma, amely hazánkban a 19. század végén kezdett hódítani. Minden szántóföldi művelésre alkalmas természetes takarmányterületet feltörtek, a természetben a gabonafélék mellett a takarmány- és az ipari növények (pl. cukorrépa) aránya is megnőtt. Megszűnt az ugarolás: helyette a talajtermelékenységet csökkentő ill. gazdagító növények évenkénti változtatása (vetésforgó) vált általánossá.

Megjelent, majd fokozatosan teret hódított a nagyarányú gépesítés és a műtrágya alkalmazása is. Ez a fejlődés a termésátlagok nagymértékű növekedésével járt Nyugat-Európában, s néhány évtizedes késéssel Magyarországon is, anélkül, hogy a talaj termékenységének csökkent volna.

*d/ Iparszerű mezőgazdálkodás*

A területnövelés útján történő termelésnövekedési lehetőségek kimerülése és a robbanásszerűen meginduló, s azóta is folyamatos demográfiai növekedés kiváltotta szükséglet a 20. század közepére egy teljesen új szemléletű, a termelékenység növelését az ipari termeléstől átvett módszerekkel megvalósító gazdálkodási forma széles körű

elterjedéséhez vezetett. Alapelve a zárt (függetlenített) térben zajló, kívülről vezérelt, csak a hatékonyságra optimalizáló folyamat. Ennek azonban jelentős és összességükben káros természeti illetve társadalmi következményei voltak, amelyek közül a legfontosabbak az alábbiakra:

- a mezőgazdasági térhasználat társadalmi és környezeti feladatainak figyelmen kívül hagyása,
- a természeti erőforrások mesterséges erőforrásokkal történő helyettesítése azok regenerálása helyett, fokozottan terhelve ez által a környezetet,
- a termelés méreteinek (terület, géppark) növekedése,
- az adott mezőgazdálkodással érintett térség közösségeitől való elidegenülés.

Általánosan úgy jellemezhetjük tehát ezt a gazdálkodási módot, hogy a teret és a térhasználatot egyetlen szempontnak – a termelésnek - rendelte alá, s ezzel végletesen megbontotta a vidék földhasználati egyensúlyát és a természetes környezetet. káros környezeti hatásokon túl, egyre nyilvánvalóbbá váltak az iparszerű mezőgazdálkodás negatív térségi (regionális), valamint az össztársadalmi következményei. Ennek közvetlen kiváltói az energiaintenzív termelés, a környezetterhelő mesterséges talajtermelékenység-pótlás, illetve az alacsony élőmunka igény.

	<b>Nyugat-Európa átlagos búzahozama t/ha</b>	<b>Magyarország átlagos búzahozama t/ha</b>
<b>17. század</b>	0,7 - 0,8	0,6 - 0,7
<b>1840-1880</b>	1,6 - 1,7	0,8 - 1,0
<b>1900-1930</b>	2,5 - 3,0	1,5 - 2,0

II.1. táblázat. Az őszi búza átlagos terméshozamainak alakulása (t/ha)

*Forrás: (Ángyán J. et al., 2005)*

A természeti, gazdasági és társadalmi környezet ezen egymással összefüggő negatív jelenségei már a 70-es években megjelentek Magyarországon is.

*e/ „Többfunkciós” mezőgazdaság: környezet- és tájgazdálkodás*

A „többfunkciós” mezőgazdaság, az a napjainkban egyre szélesebb körben terjedő, a fenntarthatóság követelményének megfelelő, az ún. ökoszociális piacgazdaság közegébe ágyazott, többfunkciós mezőgazdálkodás, amelynek létrejöttéhez az iparszerű

mezőgazdálkodás káros következményeinek felismerése vezetett. Nyilvánvalóvá vált ugyanis, hogy az eddigi termelési rendszer technológiai tökéletesítése már nem ad kielégítő megoldást. Új stratégiára, új szemléletű környezet- és tájgazdálkodás, a korábbi, nagyobb komplexitású agrármodellre van szükség, amely bátran visszanyúl az európai gazdálkodási tradíciókhoz. Az új stratégia ötvözni kívánja a két nagy feladatterületet: Az alapvetően a piac által szabályozott termelési feladatok, amelyek azonban az élelmiszerek előállításán túl egyéb célú termékek (pl. megújítható nyersanyagok, energiaforrások) előállítását is magukba foglalják, valamint a térséggel, a tájjal, a földdel kapcsolatos komplex „társadalmi szolgáltatások”, amilyenek például a környezeti-, a területfejlesztési- és a foglalkoztatási feladatok.

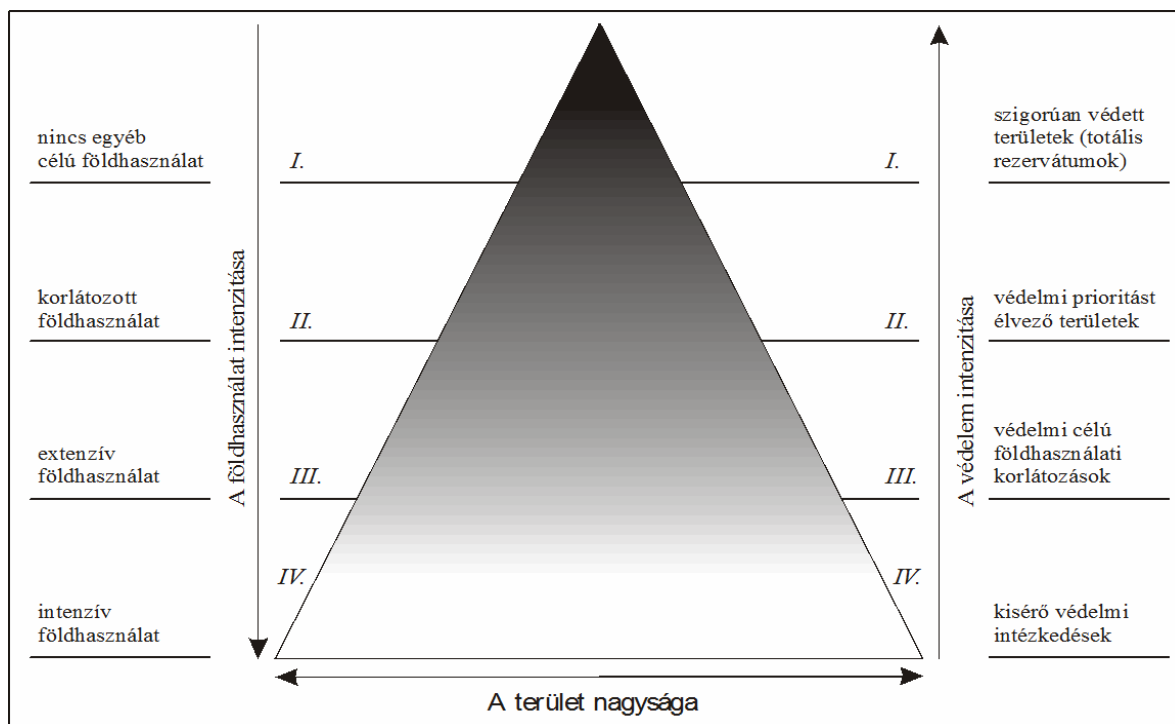
A „többfunkciós” mezőgazdaság meghatározó jellemzőit Ángyán és társai (Ángyán et al., 2005) az alábbiak szerint tartották összefoglalhatónak:

- A gazdálkodás során a tér gazdasági, környezeti és társadalmi, regionális funkcióit egyaránt figyelembe véve olyan rendszereket alkalmaz, amelyeknek e három dimenzióban mért összhatékonysága a legnagyobb.
- Nem a teret alakítja az elhatározott funkció igényeihez, hanem a tér, a táj és a hely adottságaihoz illeszkedő gazdálkodási formákat keres és alkalmaz.
- Diffúz, kisléptékű, méreteiben a táj adottságaihoz illeszkedő megoldásokat használ, a lehető legnagyobb mértékben támaszkodik a helyi erőforrásokra, a helyi értékteremtésre, a helyi munkaerő és közösségek részvételére.
- A termelőt és a fogyasztót igyekszik egymáshoz közelebb hozni, növelve ezzel is a régió stabilitását és belső függetlenségét, valamint a termelő és a fogyasztó bizalmi viszonyát.

Ezen célokat megvalósító gyakorlati rendszerek leggyakrabban használt kiindulási alapmodellje az ún. „földhasználati piramis” (Erz, 1978). Ennek lényege, hogy a földhasználatot és a természetvédelmet integrálja, és a táj adottságainak megfelelően határozza meg a használat és a védelem intenzitását és arányát. A megvalósítás kereteit az ún. integrált földhasználati zónarendszer adja, amelynek kategóriái:

- természetvédelmi magzóna,
- pufferzóna,
- átmeneti (vagy extenzív agrár-) zóna és
- agrárzóna.

Ez a zonalitás adja az alapját a területileg differenciált és a többfunkciós mezőgazdálkodás modelljének megfelelő agrárfejlesztés kereteit rögzítő Nemzeti Agrár-környezetvédelmi Programnak (Ángyán et al., 1999).



II.1. ábra. A földhasználati piramis  
 Forrás: (Erz, 1978) után (Ángyán et al., 2005)

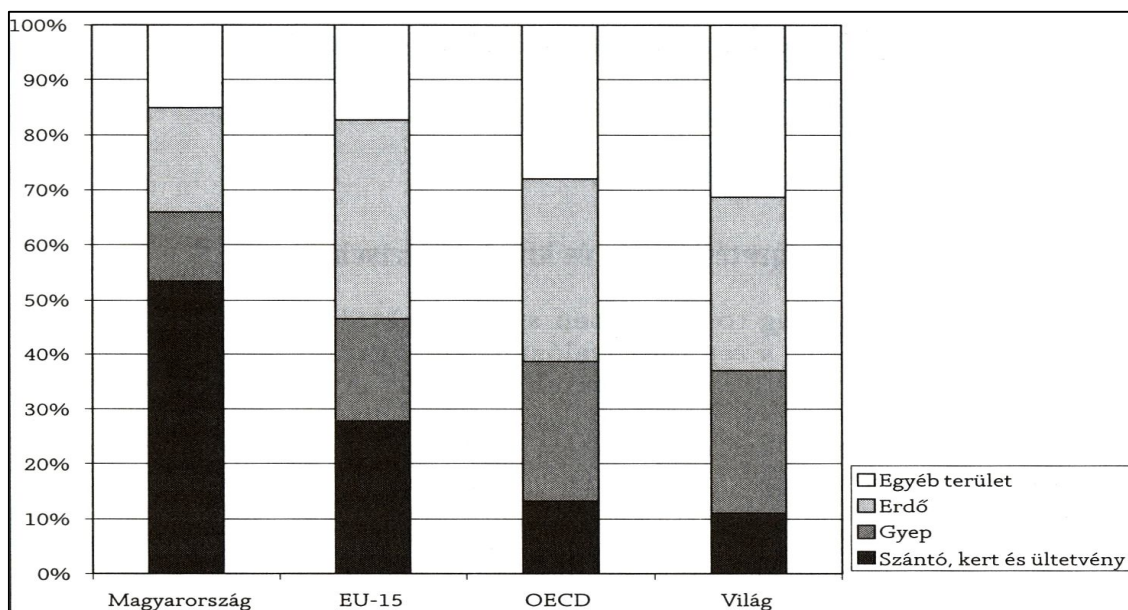
## II.1.2. Területhasználatot-tájgazdálkodást befolyásoló peremfeltételek

A területhasználatot-tájgazdálkodást igen sok tényező alakítja. Ebben a pontban - a teljesség igénye nélkül – kiemelünk néhány peremfeltételt, amelyeknek fontos szerepük van egy-egy térség tájgazdálkodásának feltérképezése és jövőjének tervezése során. Ilyenek például a földhasználat természeti adottságai, a klimatikus- és talajviszonyok, a kialakult ágazati megoszlás, a tulajdonosi és használati háttér, a környékre jellemző művelési szokások és ezek változásai.

### a/ Magyarország területhasználati adottságai

A területhasználatban-tájgazdálkodásban a természeti potenciálnak meghatározó szerepe van. A természeti adottság (potenciál) az erőforrásnak olyan természeti jellemzője, amely jelentősen befolyásolja igénybevételének korlátait, gazdaságosságát. Ennek kutatása a tervezés kiinduló pontja (Lóczy, 2002).

Hazánk mezőgazdasági célú földhasználati feltételeiről megállapíthatjuk, hogy természeti erőforrásaink e téren lényegesen jobbak, mint a világtalag, sőt kedvezőbb az OECD ill. az EU15 átlagánál is (II.2. ábra). Magyarország szántóterületeinek aránya az EU-15 átlagának közel kétszerese, az OECD átlagnak négyszerese, s a világtalagnak mintegy ötszöröse. Ha a gyepterületeket is hozzávesszük, akkor ezek az arányok ugyan lényegesen kisebbek, de még mindig jelentős előnyt élvezünk.



II.2. ábra. A fő földhasználati kategóriák területi aránya (%) (1995)

Forrás: OECD Environmental Data, Compendium 1997, Paris, 1997.

Népességre vetített fajlagos értékek vizsgálata alapján is megállapíthatjuk, hogy a földhasználati kategóriák közötti arányok, illetve abszolút (fajlagos) értékek vonatkozásában hazánk mezőgazdasági potenciálja igen jelentős versenyelőnyt biztosít, amelyet feltétlenül hasznosítanunk kell. A saját népesség ellátása felett a hazai mezőgazdaság jelentős exportáru termelésére képes. Még akkor is, ha – ahogyan azt az előbbiekben már jeleztük -, a korszerű mezőgazdálkodásnak egyáltalán nem csak termelési feladatokat kell ellátnia (Ángyán et al., 2005).

A mező- és erdőgazdaság Magyarországon az összterület 83%-ával közvetlenül érintkezik (II.2. táblázat). Így megállapíthatjuk, hogy a termőföld fő használójaként egyértelmű alakítója a tájnak, és kulcsszerepe van a vidék fejlesztésében, s egy térség eltartóképességében. A területhasználat mértékéből is következik, hogy a környezet- és

természetvédelem és a mezőgazdálkodás csak együttműködve elégítheti ki – hosszú távon is fenntartható módon - saját belső célkitűzéseit.

Földhasználati kategóriák	Magyarország	EU-15	OECD	Világ
Szántó, kert és ültetvény	492	234	412	255
Gyep	112	157	782	597
Mezőgazdasági terület	604	391	1 194	852
Erdő	172	305	1 034	728
Egyéb terület*	134	145	864	714
Összesen	910	841	3 092	2 294

II.2. táblázat. 1000 lakosra jutó terület (ha) földhasználati kategóriánként (1995)

*Forrás: OECD Environmental Data, Compendium 1997, Paris, 1997.*

A mezőgazdálkodás teljesítménye is döntően a természeti erőforrások rendelkezésre állásától és milyenségétől, és a környezeti állapot minőségétől függ. A környezet- és természetvédelem, a mezőgazdaság és a vidék egymásra utaltsága elkerülhetetlenné teszi e három terület földhasználatának összehangolását (*Dömsödi, 2000*).

#### *b/ A területhasználat ágazati megoszlásának alakulása*

A honfoglalás korában mezőgazdasági célú földhasználat a mai Magyarország területének csak kis hányadán folyt, az erdősültség mértéke elérte a 40%-ot (*Mészáros et al., 2000*) és (*Haraszthy, 2008*). Az erdőterületek drasztikus csökkenése és a szántóterületek növekedése a XIX. század eleje és a XX. század közepe között következett be a vetésváltó, majd iparszerű mezőgazdaság térhódításának következtében (*Nemzeti Erdőstratégia és Erdőprogram, 2002*).

	1931-1950 átlag*	1989**	1996**	2000**	2005**
Szántó	60,1	50,7	50,7	48,4	48,5
Kert és gyümölcsös	1,3	4,7	2,1	2,1	2,1
Szőlő	2,3	1,5	1,4	1,1	1,0
Gyep	17,3	12,9	12,3	11,3	11,4
Erdő	12,0	18,1	19,0	19,0	19,1
Nádas és halastó	0,3	0,7	0,7	1,0	1,0
Művelés alól kivett	6,7	11,4	13,8	17,1	16,9

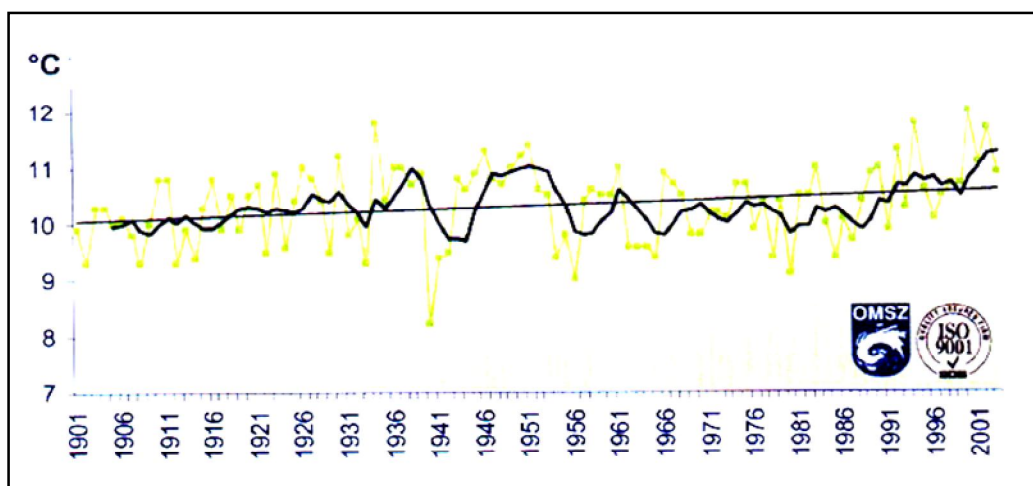
II.3. táblázat. Magyarország földhasználata

\* (*Nagy, 2006*) \*\* (*Nyizsalovszki, 2008, a KSH adatai alapján*)

Az utóbbi évtizedek földhasználatában a szántók folyamatos csökkenése, az erdősültség 19% körüli szintre történő beállása figyelhető meg (II.3. táblázat). 1989 óta a legnagyobb változás a művelés alól kivett területek növekedése, amely leginkább az infrastrukturális fejlődés kiszélesedésével magyarázható (Dobos et al., 2000) és (Nagy, 2005a).

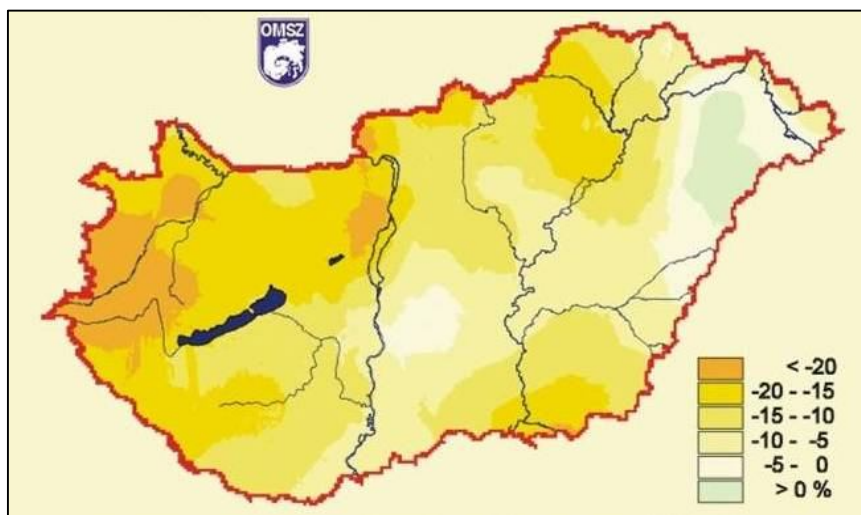
### c/ Klímaváltozás hatása

Hosszú évtizedeken keresztül – egészen napjainkig – a mezőgazdaság stratégiai tervezése során az éghajlat állandóságával kalkuláltak, amely ellentmond egy sor természeti jelenségnek. Az éghajlat – utóbbi időben tapasztalt – nagyfokú megváltozása felhívta a figyelmet arra, hogy folyamatosan számolnunk kell nagyfokú változékonyságával (Nagy, 2006). Magyarországon a felmelegedés ténye és nemzetközileg elfogadott mértéke az elmúlt évszázad pontos meteorológiai mérései alapján bizonyított (Láng et al., 2007): 1901 és 2000 között tendencijellegét tekintve több mint 0,6 °C-kal emelkedett az átlaghőmérséklet.



II.3. ábra. Átlaghőmérséklet alakulása Magyarországon az elmúlt 100 évben  
Forrás: OMSZ

Az elmúlt száz év átlaghőmérséklet-emelkedése ugyan nem veszélyezteti egyelőre növénytermesztésünket (Nagy, 2006), de a folyamatot szintén jellemző szélsőség hőmérsékletingadozások, a telek és az átmeneti évszakok lerövidülése már valódi gondot okoz.



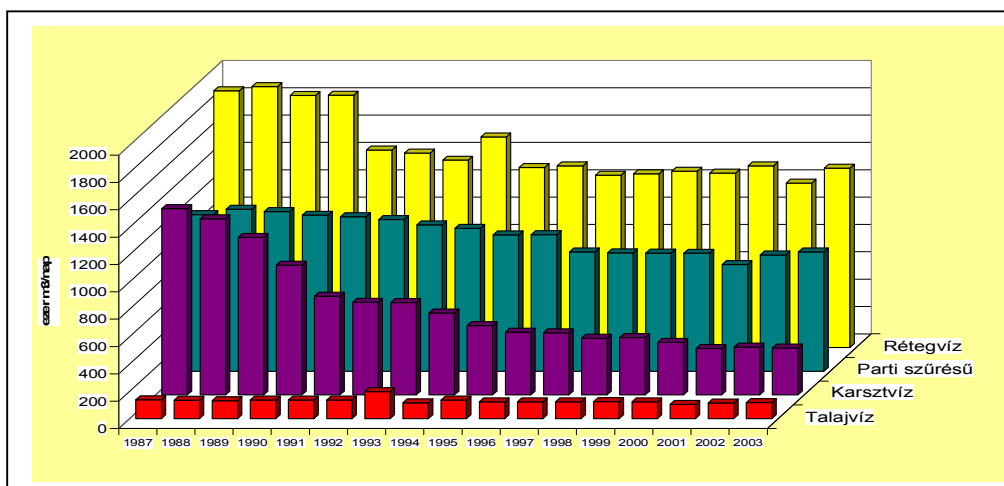
II.4. ábra. Az éves csapadékösszeg változása Magyarországon 1951-2004 között  
*Forrás: OMSZ (a becslés az exponenciális trendvizsgálati modell alapján történt)*

A hőmérséklet növekedése mellett még nagyobb veszélyt hordoz ma magában a csapadék folyamatos csökkenése és az egyre hosszabbodó aszályos időszakok, és hirtelen lezúduló esők gyakorisága. Éppen ezért a csapadékvizek megtartása, terítése, valamint – vizsgálataim egyik témája - a valamikor igen elterjedt árterületi gazdálkodás újraélesztése a mai magyar mezőgazdaság stratégia céljai között szerepel (NÉS, 2008).

#### *d/ Talajok állapota és termőképessége*

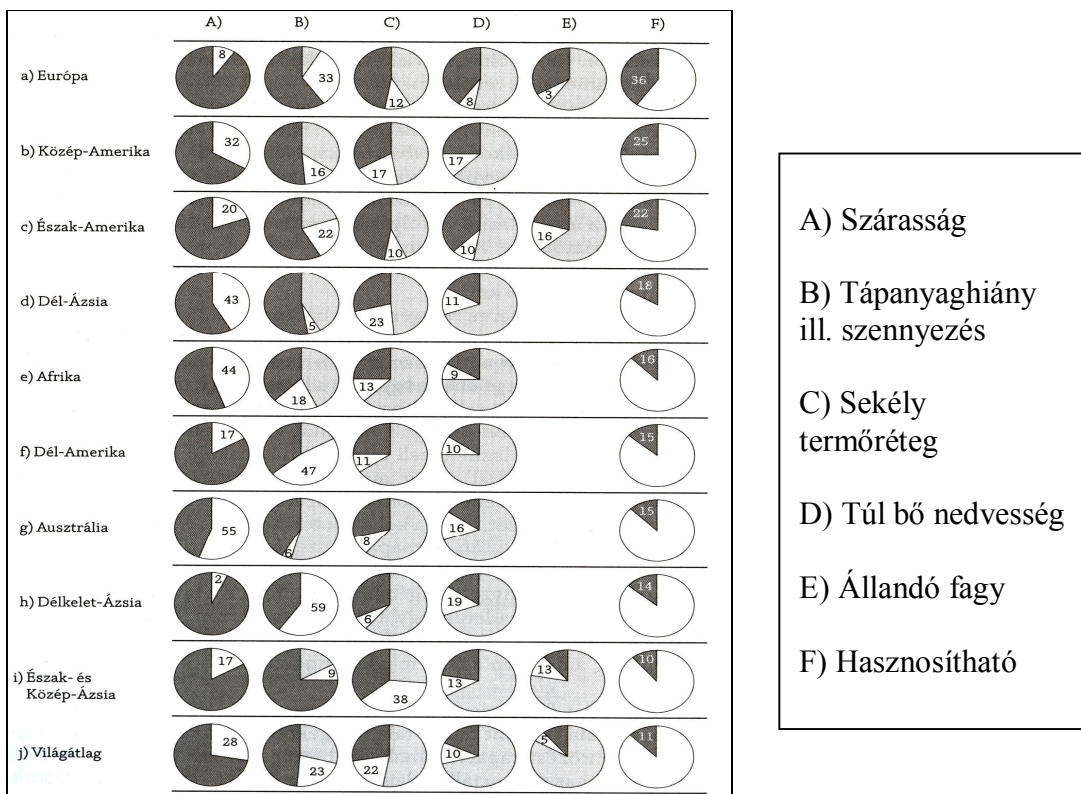
Magyarország talajainak sokszínűsége – a változatos meteorológiai hatások, a Kárpát-medencébe érkező folyók és felszín alatti vizek sajátos áramlási rendszereinek együtthatásával - a mozgalmas felszínalaktani és geológiai adottságokon kialakult gazdag növénytakaró, az időszakosan változó talajbiológiai aktivitás és a talajképző folyamatok következménye. Az előnyös természeti adottságok miatt a kedvező talajtulajdonságok aránya és mértéke is jó. Ez azt jelenti, hogy talajaink többségének szerkezete, termőréteg-vastagsága, víz-, levegő- és hőgazdálkodása, kémiai anyagmegkötő képessége, tápanyag-gazdálkodása, szervesanyag-tartalma és biológiai aktivitása kedvező, és ennek köszönhetően a termőképessége nagy (Hazánk környezeti állapota, *Haraszthy*, 2006). A talaj állapotának a fenntarthatóság két nagyon fontos követelménye érinti közvetlenül:

- ésszerű hasznosítása, védelme, sokoldalú funkcióképességének fenntartása,
- racionális gazdálkodás a felszíni és a felszín alatti vízkészleteinkkel és azok minőségének magóvása.



II.5. ábra. Felszín alóli vízelelés víztípusonként, 1987-2003  
 Forrás: Magyarország vízkészleteinek állapotértékelése, VITUKI Kht, 2004

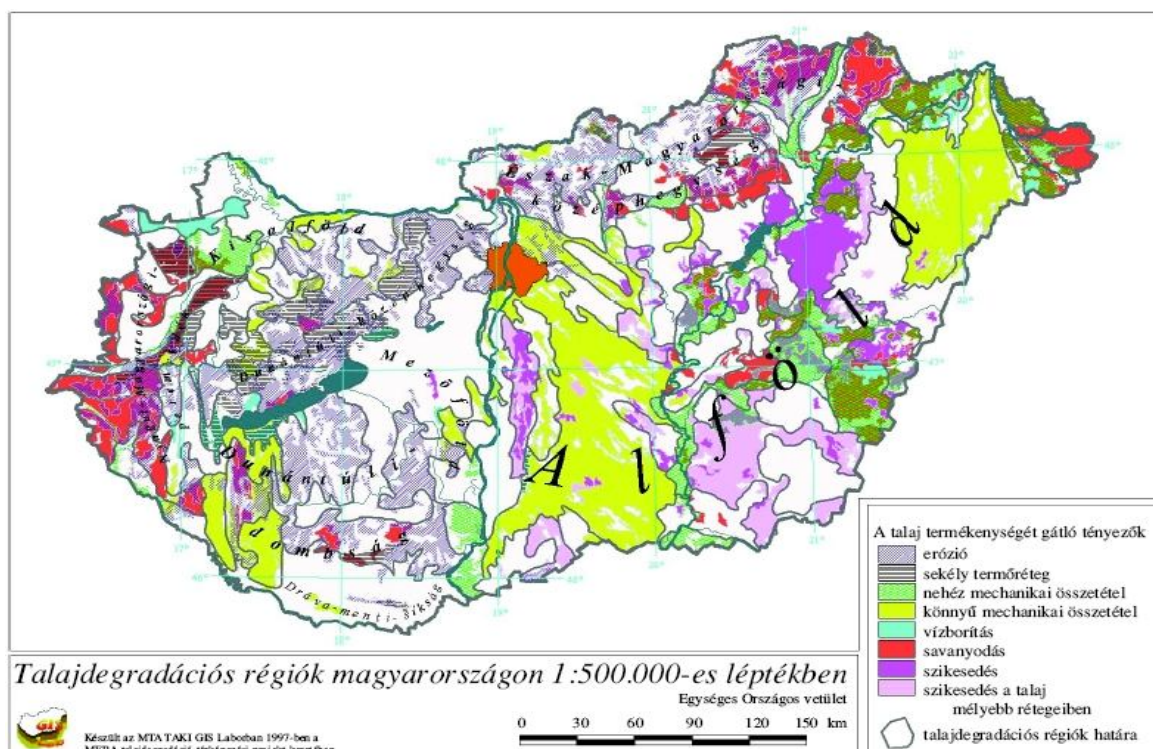
Az édesvízkészlet mára stratégiai tényezővé vált. Vízfelhasználásunk határfokának növelése tehát parancsoló feladat. Vízkészleteink korlátozottak (II.5. ábra): felszíni vizeink 90 %-a a szomszédos országokból érkezik, volumenük fokozatos csökkenésével kell számolnunk. Elemi érdekünk a csapadékvizek és a folyóvizek megtartása, talajaink vízháztartás-szabályozásának fejlesztése. Hazánkban jelenleg a lehulló csapadéknak is gyakran csak kis hányada jut el a növényig (Várallyay, 2005) és (Somlyódy, 2000).



II.6. ábra. A talaj termékenységét gátló tényezők a Földön (az összes terület %-ában)  
 Forrás: (Várallyay, 2001)

A hasznosítható, termékeny területek aránya földrészenként igen eltérő (II.6. ábra). Jól látható, hogy a talajok termékenységét a talaj vízgazdálkodása alapvetően meghatározza, s hogy Európa talajminőségi szempontból a legkedvezőbb természeti adottságú földrész a maga 36%-val, amely több mint kétszerese az afrikai, ill. közel háromszorosa az ázsiai aránynak.

Hazánk vonatkozásában is elmondható, hogy a talaj termelékenységét gátló legfontosabb tényezők mindegyike közvetlenül vagy közvetve összefügg a talaj vízgazdálkodásával is. A II.7. ábra jól mutatja, hogy e tényezők eloszlása nagyon apró, szigetszerű – még egy-egy tájegységen belül is. Ez aláhúzza annak fontosságát, hogy a földhasználati terveket viszonylag kis területre specifikusan kell kidolgozni, s ehhez szükség van ezeknek a helyhez kötött adatoknak könnyen kezelhető, strukturált rendszerére (térinformációs rendszerek). Az Agrár-környezetgazdálkodási Információs Rendszer ([www.akir.gov.hu](http://www.akir.gov.hu)) nyilvánosan is hozzáférhető Magyarország részletes genetikus talajtérképe.



II.7. ábra. Talajok termelékenységét gátló tényezők Magyarországon  
 Forrás: MTA TAKI GIS Laboratórium 1997

*e/ A hazai földhasználat tulajdoni és használati háttere*

A földbirtoklás és a birtokszerkezet jelentős hatással van a földhasználatra. A hazai termőföldekkel kapcsolatos birtokviszonyok, a birtokszerkezet a rendszerváltás óta folyamatos változáson megy keresztül. A jelenlegi üzemi struktúra alapvetően a rendszerváltás, a privatizáció és a kárpótlás eredménye, de jelentős hatást gyakorolt rá az elmúlt években a közgazdasági és jogi feltételek változása is (Harsányi et al., 2001) és (Kovács T, 2001). Az 1980-as évek végén a termőföld 61%-át termelőszövetkezetek, 31%-át állami gazdaságok és 7,2%-át egyéni és kiegészítő gazdaságok használták. 2005-re a földterület döntő hányada (83,2%) magántulajdonba került, az állami tulajdon részaránya 11,4%, gazdasági társaságok 4,2%-ot birtokolnak, míg a szövetkezetek mindössze 1,2%-ot (Széles, 2006). A gazdálkodáshoz nem kötődő földtulajdonosok száma nőtt, így a tulajdon és a használat igen erőteljesen elkülönült. A regisztrált termelők által művelt terület 53%-a bérelt föld (Harsányi et al., 2001).

	saját tulajdon	szívességi használat	haszonbérlet	egyéb
magánszemélyek	1.602.236 ha	250.438 ha	841.127 ha	663.324 ha
szövetkezetek	7.220 ha	5.116 ha	335.502 ha	34.791 ha
gazdasági társaságok	209.116 ha	60.230 ha	1.582.198 ha	918.938 ha
egyéb	76.919 ha	4.340 ha	47.859 ha	166.689 ha

II.4. táblázat. A földhasználati jogcímek szektoronkénti megoszlása

*Forrás: (Nagy O, 2008.)*

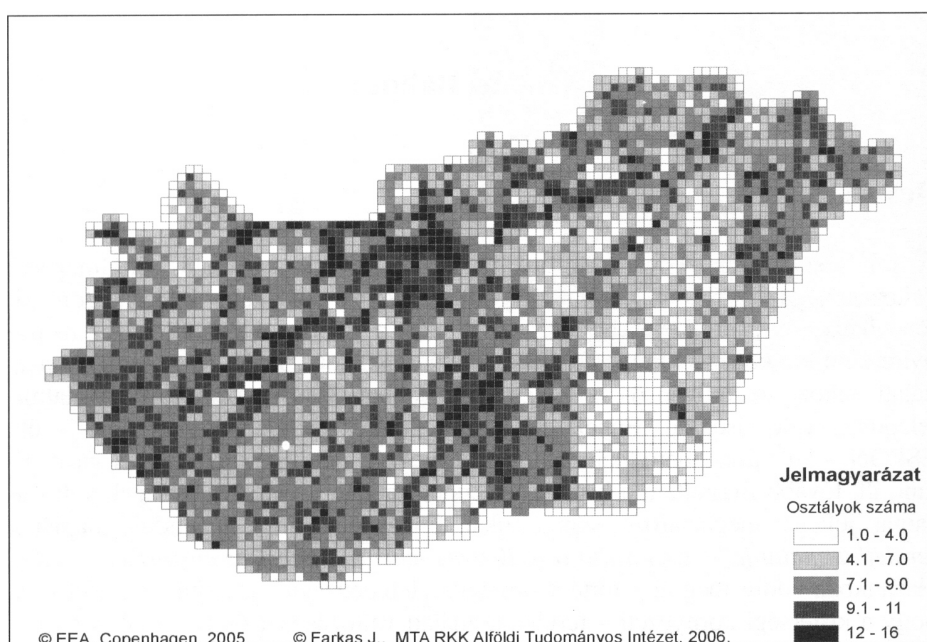
A megfelelően kialakított birtokstruktúra és üzemi méret a versenyképes mezőgazdasági termelés alapja. Magyarországon a rendszerváltást követően a birtokrendszer elaprózódott, majd a kezdeti elaprózódás után az utóbbi években a lassú koncentráció figyelhető meg, különösen az egyéni gazdaságok területén: átlagos méretük az 1991. évi 0,9 hektárról 2003-ra 3,3 hektárra emelkedett. Az átlagos birtoknagyság 2003-ban már 6,1ha volt, de ez még mindig csak egyharmada az EU 18 ha-os átlagának (Széles, 2006).

Az agrárágazat aránya a nemzetgazdaságban jelentős mértékben lecsökkent az elmúlt 2 évtizedben, de jelentősége – elsősorban a fenntarthatóság keretében kialakult új feladatok (pl. vidékfejlesztés, tájgazdálkodás, ökoszociális szolgáltatások) következtében – mégis jóval túlmutat a primer gazdasági szerepén. Ezzel párhuzamosan a gazdasági-társadalmi-tulajdoni változások hatására kialakult sokszínűbb, rugalmasabb, kis létszámú gazdasági szervezetek révén az agrárágazat alkalmazkodóképessége javult.

Bár a gazdaszemléletű (saját tulajdonú) mezőgazdasági földhasználók aránya kicsi 27,9% (II.4.táblázat), a hosszú távú haszonbérlet és tőkebefektetés biztonságát megteremtő szabályozással az új, rugalmasabb agrárágazat képessége a terület specifikus, komplex szemléletű feladatok elvégzéséhez jelentősen javult (Széles, 2006)

#### f/ Kistérségi területhasználat

A korszerű területhasználat egyre nagyobb figyelemmel van komplex helyi rendszerek kialakulására, tervezésére. Ezzel a céllal készült 2005-ben az EU-ban az az átfogó, ún. ESPON jelentés, amelynek célja területi beavatkozási ajánlások kiadása a vidékfejlesztési stratégiai főirányokban, valamint azzal összhangban regionális és megyei szintű földhasználati kategorizálás kidolgozása. A vizsgálat egyik jelentős adatforrása a CORINE Land Cover 2000 program (lásd II.2.3.1. pont) keretében elvégzett nagyléptékű (25km<sup>2</sup>-es alapegységű) területhasználat-állapot felmérés. Az EU CLC2000 program keretében Magyarországon is elvégzett felmérés hazai adatainak térbeli megjelenítése azt mutatja, hogy a nagytáblás művelésű agrárvidékeink kivételével szinte mindenütt sokoldalú földhasználatot és mezőgazdálkodást találunk.



II.8. ábra. területhasználat a CLC2000 alapján Forrás: (Farkas, 2006)

Egy-egy alapegységben belül gyakran tíznél többféle használat jelenlétére következtethetünk a CLC felmérés 3. szintjének 44 földfedettség (használat) kategóriájából (lásd II.8. ábra). A rendelkezésre álló adatok elég nyilvánvalóan két markáns térhasználat-változást fejezhetnek ki (Csatári, 2008): Egyfelől a városok és

elővárosi zónáik, valamint az autópálya-építkezések során a mesterséges felszínek erőteljes térbeli növekedését mutatják; másfelől az aprófalvas és tanyás területeken a mezőgazdasági tulajdonviszonyok és üzemszerkezet megváltozása nyomán bekövetkező „sokarcúság”, agrárvidék-visszaalakulás jelei láthatóak.

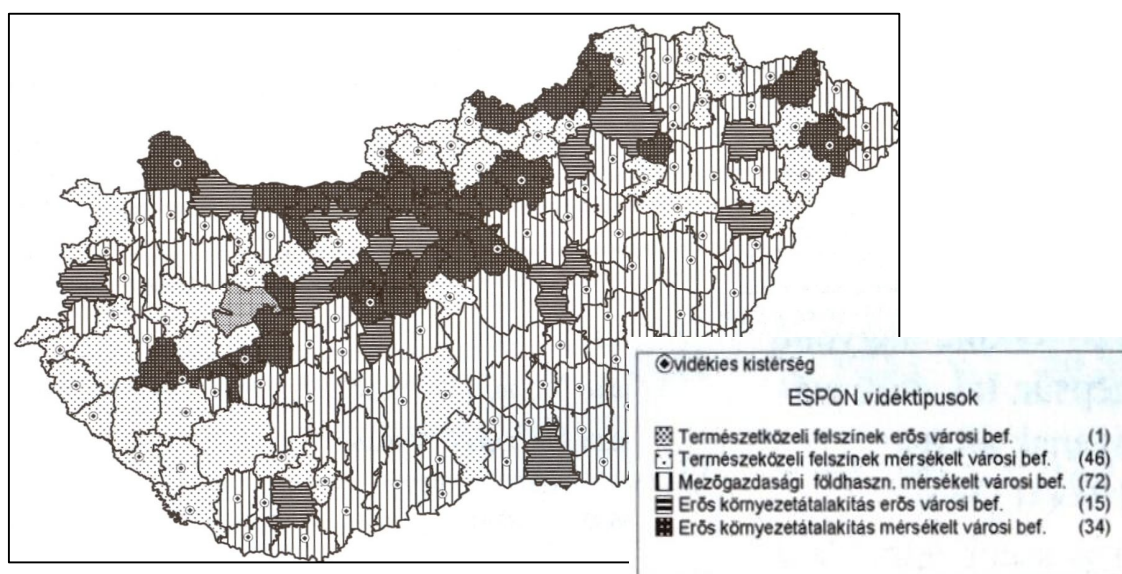
Az ESPOT jelentések metodikáját alkalmazva, az adott kistérségben a „városi befolyást” és a „domináns földhasználatot” figyelembe véve Csatári (Csatári, 2008) kidolgozta a hazai kistérségek ESPOT alapú besorolását (II.9. ábra). A használt kategóriák a következők:

A „városi befolyás”:

- „erős”, ha a népsűrűség nagyobb, mint az országos átlag (117 fő/km<sup>2</sup>) és van 50ezer főnél népesebb város,
- „mérsékelt”, ha a népsűrűség kisebb, mint az országos átlag, vagy nagyobb, de nincs 50ezer főnél népesebb város.

A „domináns földhasználat”:

- „erős környezet-átalakítás”, ahol a mesterséges felszínek aránya nagyobb, mint az országos átlag (6,2%),
- „mezőgazdasági földhasználat”, ahol a mezőgazdasági területek aránya nagyobb, mint az országos átlag (65,5%),
- „természetközeli”, ahol a kevésbé háborgatott területek aránya nagyobb, mint az országos átlag (28,3%).



II.9. ábra. Kistérségeink ESPON kategóriák szerint Forrás: (Farkas, 2006)

Az Alföld, a Mezőföld és a Kisalföld domináns mezőgazdasági földhasználata csak kismértékű városi befolyást mutat. Ezekben a térségekben a természetközeli területhasználat felé való elmozdulás lenne a kívánatos, amelynek legkülönbözőbb megoldásait lehetne alkalmazni például a Vásárhelyi terv (Vásárhelyi-terv, 2004) megvalósítása során. A dolgozatom egyik kiemelt témája éppen a Vásárhelyi terv keretében tervezett két árapasztó tározó területén az ártéri tájgazdálkodás tervezése térinformációs rendszerek alkalmazásával.

### **II.1.3. Ártéri tájhasználat**

Az előző pontokban kifejtett földhasználat változási tendenciák, a területhasználatot-tájgazdálkodást befolyásoló legfontosabb természeti és társadalmi tényezők mind abba az irányba mutatnak, hogy a jelenlegi, jellegét tekintve még erősen iparszerű – mezőgazdálkodás helyett keressük az újszerű, többfunkciós mező- és tájgazdálkodás megoldásait mindenütt, ahol erre lehetőség nyílik. A már említett Vásárhelyi terv keretein belül, illetve ahhoz kapcsolódva az ártéri tájgazdálkodás újszerű formáinak megtervezése folyik (Váradi, 2002).

A korszerű tájgazdálkodás abból az alapelvből indul ki, hogy az élővilágban alapvető biológiai törvényszerűség a változó környezethez való alkalmazkodás, ezáltal a szelekciós hatások kikerülése. A fennmaradás tehát az alkalmazkodási képesség feltétele a földi ökoszisztémában. Ennek megfelelően a tájgazdálkodás lényege a helyi adottságokhoz történő alkalmazkodás, az adott környezettel, természeti adottságokkal való együttműködés; vagyis olyan földhasználati rendszer kialakítása, amely magából a környezetből, annak adottságaiból és korlátaiból fakad, ahhoz a lehető legjobban illeszkedik.

#### **II.1.3.1. Ártéri tájgazdálkodás és fenntartható vízgazdálkodás**

Az ártéri tájgazdálkodás a Kárpát-medence folyói mentén honos hagyományos gazdálkodási forma volt. A gazdálkodás haszonvételei a vízjáráshoz igazodtak, és nagy szerepük volt egyes ártéri élőhelyek kialakításában, fenntartásában. A tavak, rétek, legelők, tájspecifikus erdők, az ún. gyümölcsények e gazdálkodási formának

köszönhetők létüket, fennmaradásukat, miként folyóink egykorvolt legendás halbőségét is elsősorban az ártéri halászat eredményezte. Az ártéri tájgazdálkodás, mint gazdálkodási rendszer megszervezésére csak ott van lehetőség, ahol elegendő mennyiségű, rendszeresen pótolható víz áll rendelkezésünkre, és megfelelő vízkormányzási rendszer segítségével szabályozható. Tájgazdálkodás érdekében történő tározás a természetvédelmi célú vízkivezetésnél szigorúbb feltételrendszerhez kötött vízpótlás. A cél itt nem csupán és nem is elsősorban a vizes élőhelyek kialakítása és állapotuk fenntartása, megőrzése, hanem az ártér (adott esetben a tározótér, de lehetőség szerint az öblözetnek a tározóval nem érintett része is) térszintjeinek megfelelő megkülönböztetett (táj)gazdálkodási rendszer kialakítása.

Hazánk mezőgazdasági célú földhasználati feltételei lényegesen jobbak, mint a világátlag (lásd II.1.2.a) pont), de a Kárpát-medence csapadék viszonyai korántsem ideálisak. Bár a Vásárhelyi terv kapcsán árapasztó tározókról beszélünk, az alapvető gondot elsősorban nem a víz bősége, hanem a víz hiánya és a csapadékeloszlás egyenetlensége okozza. Ennek következtében a Tisza menti térségben az ár- és belvizes időszakokat rendkívül rövid időn belül követheti a szárazság, az aszály. Mindezen folyamatok ellensúlyozására a jelenlegi vízelvezetésre alapozott vízgazdálkodást vízvisszatartó vízrendezéssel kell felváltani: a tavaszi vízbőségek visszatartása a cél. Ennek műszaki akadályai nincsenek.

A legkomolyabb gátló tényező, mely gyakran ellehetetleníti a tavaszi vizek visszatartását, a jelenlegi tájhasználat. Az intenzív mezőgazdasági termelés során ugyanis alapkövetelmény, hogy a földek tavasszal művelhetőek legyenek, így azokról a lehető legrövidebb időn belül le kell vezetni a vizet. Mindezekből következik, hogy nagytáblás intenzív mezőgazdálkodás nem, vagy csak igen kevésbé illeszthető be az ártéri tájgazdálkodásba.

Ahogy a korszerű, komplex vidékfejlesztés alapja a természethez igazított tájhasználat, a Tisza-vidéken a fenntartható tájgazdálkodás alapja a természetet utánozó – és ezért fenntartható – új vízgazdálkodás. Itt találkozunk a fenntartható tájgazdálkodás koncepciója az árvízvédelem kérdéseivel. Az új vízkormányzás alapja a természetes vízháztartási rendszer revitalizálása: a Tisza áradó vizét a főmedertől kisebb és nagyobb távolságokban ma is meglévő természetes laposokba kell vezetni, majd a néhány hét alatt levonuló víztöbblet után, a vizet fokozatosan visszaengedni, illetve egy részét

tovább vezetni, majd visszajuttatni a Tiszába. Így a messzebb fekvő árterek is kaphatnának az éltető Tisza vízből, illetve a másik oldalról nézve: ezen laposok is részt vennének az árvízi és belvizes vízfelesleg elhelyezésében. A fenntartható vízgazdálkodás fontos ismérve, hogy az ún. ökológiai célú vízpótlás és az árvízi ún. szükségtározás funkciója között feloldódik a különbség.

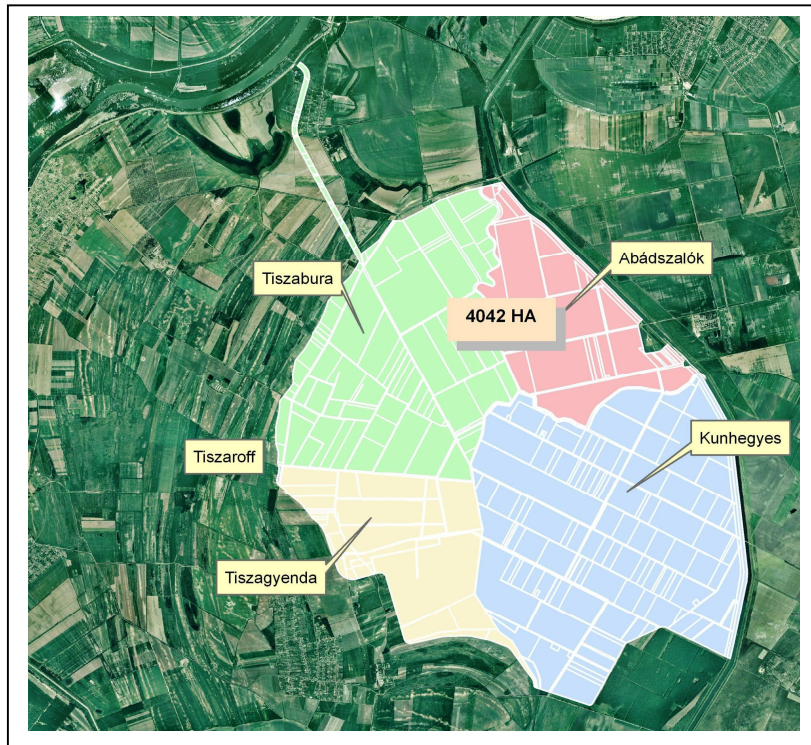
A tájgazdálkodás érdekében történő vízpótlás legalapvetőbb feltétele a tározótér térszintjeinek megfelelő tájfenntartás. Az ártéri tájgazdálkodás hozzájárul az élőhelyek fenntartásához, és mellőzi a vizet, illetve a vízi állatvilágot szennyező anyagokat használó mezőgazdasági technológiákat. A megoldást a természetközeli, mozaikos táj-, illetve a fenntartható vízgazdálkodás jelenti.

### **II.1.3.2. Ártéri tájhasználat alföldi tározóterületek példáján**

#### *a/ Nagykunsági tározóterület*

A Nagykunság egy szigetet képezett a Tisza kiöntései között. Keleten a víz Kisköre térségében lépett ki és a Hortobágy völgyén jutott Ágotánál a Nagy-Sárrétbe, majd onnan a Berettyóba. Nyugati oldalon a Mirhó fokon lépett ki és a Mirhó-Ásványéren keresztül előbb a Gyolcs-fenekbe ömlött, majd a Kakaton, a hajdani Tisza ágon keresztül öntötte el a területet.

A területen már az Árpád-korban gyorsan kialakult a táji adottságokhoz igazodó ártéri gazdálkodás. A területhasználatban a morfológiát követve kialakult egy hármas tagozódás: a folyó és fattyúágai, a kiöntések során rendszeresen megöntözött rétek és a biztonságos letelepedést biztosító árvízmentes magaslatok. A török hódoltság fokozatosan megszüntette a középkorban oly gyümölcsöző ártéri gazdálkodást. A mezőgazdasági terület minimálisra csökkent. A peremvidék erdőtakaróját kivágták, s a meginduló erózió hatására hevesebbé vált a folyók vízjárása. Létrejött a Tisza-völgy mocsárvilága, amelynek eltartó képessége minimálisra csökkent. Az ország három részre szakadása véget vetett a központi vízügyi igazgatás lehetőségének. Mégis az első törvényi beavatkozása terület vízügyeibe az 1613. évi XXVII. törvénycikkkel történt, amely kimondta: "A Tisza kiöntései ellen töltések építéséről, azon megyék, melyekben a folyó kiönteni szokott... határozzanak" és "az ország más megyéiben is folyamkiöntések ellen töltések emeltessenek".



II.10. ábra Nagy-kunsági tározóterület kataszteri térképe

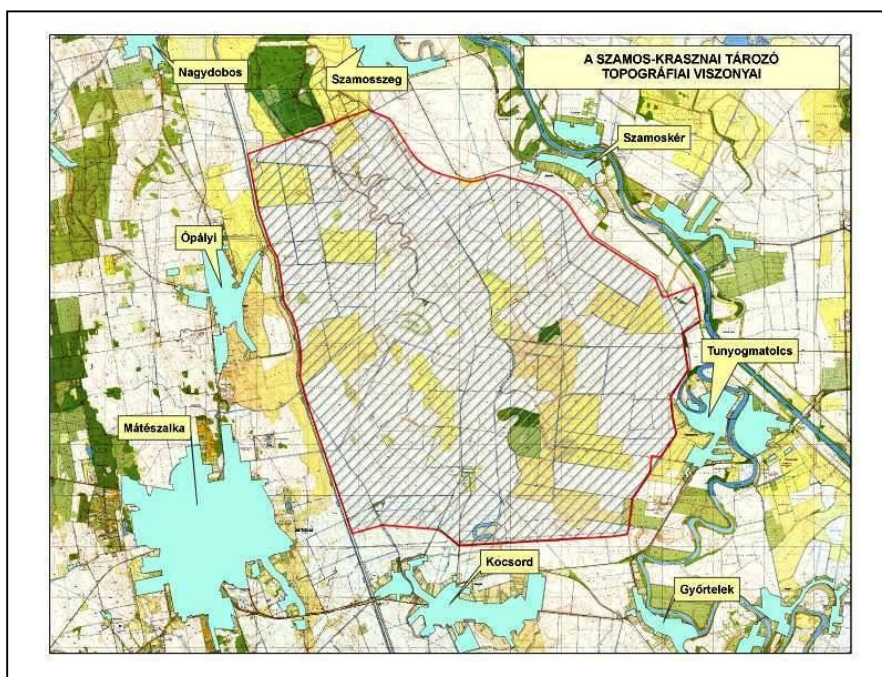
A törvény megszületése után helyi kezdeményezéssel számos helyen épültek védtöltések uradalmi, vagy megyei kivitelben. A területen az első ilyen jellegű kezdeményezés a Mirhó-fok lezárása és a Mirhó-gát megépítése volt, amely döntően befolyásolta a táj vízrajzát. Kéziratos térképek bizonyítják, hogy a Mirhó-gát megépítése előtt a Nagy-kunság településeinek határát kétharmad részben állandó vagy időszakos víz borította. Szántóművelésre csak az ármentes térszíneken kerülhetett sor.

A folyamvölgyek szabályozása sem hozott igazi megoldást. Eleinte persze a pihent réti földek feltörésük után igen jó termést adtak, de már a 19. század végén kezdett megmutatkozni, hogy a felborított egyensúlyi helyzet komoly gondot okoz a vízháztartásban. A gátak felépítése miatt kiszáradtak a rónák, legelők, a csapadéktalan években pedig rettenetes aszályok jelentkeztek. A korábbi ártéri gazdálkodás, amely a vizek járásához igazodott megszűnt, illetve visszavonult a hullámterekre. A természetes haszonvételnek: nádvágás, halászat, madarászat, ártéri legeltetés, stb. véget értek. A szántóföldi növénytermesztés kiszélesedett, ami elsősorban a búza, majd a kukorica vetésterületének növekedésében jelentkezett. Ezzel párhuzamosan az állattartás legeltető jellege visszaszorult és létszámban is csökkent.

## b/ Szamos-krasznai tározóterület

A térség a Szatmári- síkságnak a Szamos folyó mai folyásától északra, északkeletre fekvő részét foglalja magába a felső-Tisza vidéken. A talajszerkezet kialakításában a Kárpátokból és Észak-Erdélyből lerohanó folyók játszották a főszerepet, ebből adódóan igen változatos öntés jellegű talajféleségek jellemzik, de a mocsári és erdőtalaj is megtalálható. Az Árpád-kor vége felé és a későbbi évszázadokban kiépült a differenciált ártéri gazdálkodás alapjait képező fokrendszert (pl. Szamosszeg). A gazdag vízrajzi hálózat elsősorban a rétgazdálkodás, a halászat és a rideg állattartás feltételeit biztosította a felső-Tiszavidéken. Ugyanakkor a szántóföldek és a szőlőskertek szerepe még a 18. században is alárendelt volt. Az 1750-es évektől – a hegyvidéki erdők irtása következtében – a Felső-Tisza vidéken megnövekedett az árvízszint. A települések kultúrtájai veszélybe kerültek.

A 19. századi nagy folyamszabályozás pozitív és negatív hatásai a Tisza felső szakaszán és mellékfolyóin is jelentkeztek. A mocsarak kiszárítása, felszántása, a folyó nagy kanyarjainak átvágása, gyökeresen változtatta meg az egész Alföld, s benne az északi térségek arculatát. A megváltozott vízjárási viszonyok nem kedveztek a tölgy-szil-kőris ligeterdők felújulásának. Helyüket fokozatosan a gyorsabban növekvő fűz-nyár ligeterdők foglalták el.



II.11. ábra: Szamos-krasznai tározóterület topográfiai viszonyai

A mocsarak visszahúzódtak, helyüket vizenyős területek foglalták el, túlnyomórészt rétek, legelők és helyenként szántók. A területhasználat tehát fokozatosan elszakadt a természeti körülményektől: a táj mind tájképi, felszínalaktani, mind ökológiai vonatkozásban homogenizálódott. A szabályozás egyetlen ármentes térszínné alakította át az egész vidéket, s mindenütt a szántóföldet tette uralkodóvá.

A fenti tendencia megváltoztatása, a jelenlegi, jellegét tekintve még erősen iparszerű mezőgazdálkodás helyett egy többfunkciós mező- és tájgazdálkodás megoldási rendszer kialakítása nem csupán ökológiailag szükséges lépés, de a térség el- és megtartóképességének folyamatosan csökkenését is megállíthatja. A már többször említett Vásárhelyi terv keretein belül kialakításra kerülő tájgazdálkodás lényege a helyi adottságokhoz történő alkalmazkodás, az adott környezettel, természeti adottságokkal való együttműködés (*Váradi, 2002*); vagyis olyan földhasználati rendszer kialakítása, amely magából a környezetből, annak adottságaiból és korlátaiból fakad, ahhoz a lehető legjobban illeszkedik.

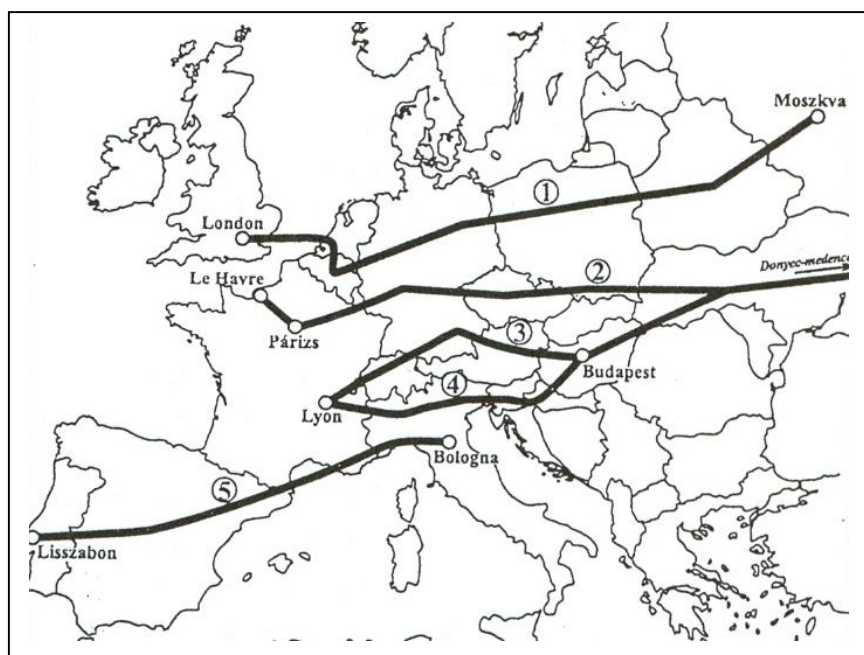
## **II.1.4. Földhasználat autópálya-fejlesztés során**

### **II.1.4.1. Autópálya-fejlesztések stratégiai jelentősége és regionális hatása**

A tapasztalat azt mutatja, hogy a gazdasági növekedés szorosan kapcsolódik azon földrajzi távolsághoz, amit át tudunk hidalni. Minél távolabb vagyunk képesek utazni és szállítani, minél gyorsabban és minél alacsonyabb fajlagos költségekkel tudjuk mindezt megvalósítani, annál nagyobb lehet a gazdasági aktivitás, annál hatékonyabb, versenyképesebb a társadalom.

A globalizációs folyamat kialakulásának és az ebből adódó gazdasági növekedésnek kezdetben a közlekedés, a szállítás és a kommunikáció relatív költségeinek csökkenése és hatékonyságának növekedése volt az egyik legfontosabb kiváltó oka. A szállítási és kommunikációs költségek technológia vezérelt csökkenése és a csökkenő kereskedelmi akadályok kombinációja segítette elő azon új üzleti modellek létrejöttét, amelyek által megváltozott a termelés szervezettsége és a világgazdaság formája (*Kovács K, 2009b*).

A termelési folyamatok mindinkább nemzetközivé váltak, szétszóródtak, az országok a termelés egyes fázisaira szakosodtak komparatív előnyeiknek megfelelően. Világméretű szállítási, ellátási láncok kapcsolják össze e folyamatokat, eljuttatva a végtermékeket és szolgáltatásokat a fogyasztókhöz. Szemben a múlttal, ahol a termékek gyártása és összeszerelése egy adott országban történt (mielőtt azt elszállították volna a végfelhasználóhoz), napjainkban a készárúk egyre inkább olyan alkotóelemekből állnak össze, amelyeket különböző országokban állítanak elő, azok végső összeszerelése gyakran egy újabb országban történik



II.12. ábra Európa legjelentősebb nyugat-kelet irányú „természetes” közlekedési folyosói Forrás (Michelberger, 2005a)

Az új folyamatot kiszolgáló közlekedési infrastruktúra fejlettség meghatározó szerephez jut az adott régió jövőjében. A globalizáció, illetve a regionalitás (globalizáció kicsiben) hatására a tradicionális növekedési modell megváltozik. Decentralizálódik, a fejletlenebb vidéki régiók egyre nagyobb figyelmet kapnak a felzárkózásban (alacsony munkaerőár és új piacok).

*a/ Hazánk regionális szerepe és annak közlekedési vonatkozásai*

Magyarország számára két komparatív előny is kínálkozik a globális gazdaságba történő bekapcsolódásra: az egyik a tudásunkra, szakképzettségünkre alapozó globális üzleti szolgáltatások, K+F központok, nemzetközi back-office feladatok, jelentős hozzáadott

értékű termékek területe; a másik a földrajzi elhelyezkedésünkre és közlekedési infrastruktúránkra építve a nemzetközi szállítmányozás és logisztika.



II.13. ábra: az ún. „Helsinki folyosók”  
 Forrás: (MKPK, 1996)

Ennek a felismerésnek a szellemében született meg több éves szakmai és politikai egyeztetés után az 1996-ban a Magyar Közlekedéspolitikai Konceptió (MKPK, 1996), amelynek stratégiai irányai a következők voltak:

- az Európai Unióba való integrálódás elősegítése,
- a szomszédos országokkal való együttműködés feltételeinek javítása,
- az ország kiegyensúlyozottabb térségi fejlődésének elősegítése,
- az emberi élet és a környezet védelme és
- a közlekedés hatékony, piackonform működtetésének kialakítása.

A stratégiai irányok meghatározták a legfontosabb fejlesztési célt: A nemzetközi tranzit szállítási kapacitások átstrukturálása és a térségi fejlődés érdekében autópályák és autópályák építését, a vasút korszerűsítését, kombinált áruszállítás és logisztikai központok létesítését.

#### *b/ Autópályák térségfejlesztő szerepe*

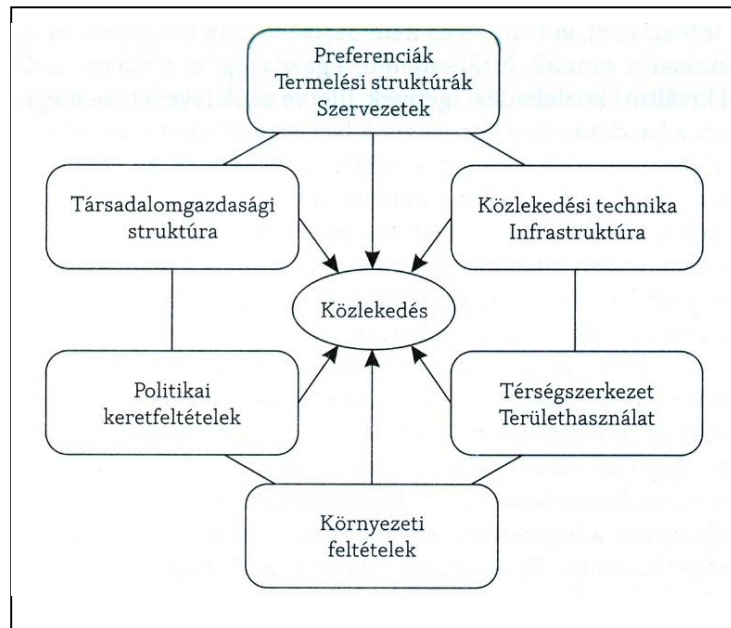
Az 1996-os közlekedési koncepció végrehajtásában kiemelt szerepet kapott az autópálya építés. A hálózattervezés és az ütemezés során - természetesen a nemzetközi kötöttségek (pl. határátmenetek) figyelembe vétele mellett – a legfontosabb szempont az autópályák térségfejlesztő hatásának maximalizálása. A 2004-ben megjelent 2003 és 2015 közötti időszak fejlesztéseiről szóló közlekedési stratégia a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztésének gyorsítását tűzte ki azzal a céllal, hogy a páneurópai hálózatok magyarországi elemeinek határtól határig történő megépítésével segítse elő az adott térségek fejlődését, regionális kapcsolatainak bővítését. Tehát ne csupán egyes tranzittengelyek útvonala és metszéspontja legyünk, hanem regionális „hub and spoke” szerepre törekedjünk, így váljunk intelligens európai korridorok metszéspontjává.

Az autópálya-hálózat kiépítése nálunk egybeesett a rendszerváltást követő társadalmi-gazdasági átalakulási folyamattal, amely bizonyos régiók, területek gazdasági szerepének igen jelentős változásával járt. Éppen ezért viszonylag nehéz feladat egy-egy térség fejlődéséből leválasztani a környezetükben megépült autópálya közvetlen ill. közvetett gazdaságélénkítő hatását.

Kálnoki (*Kálnoki*, 2003) valamint Vörös és Polányiné (*Vörös et al.*, 2001) végeztek elemzéseket kistérségi szinten, a 1991. és 2001. közötti időszakra vonatkozóan, a megépült M5-ös ill., M3-as autópálya környezetében lezajlott társadalmi-gazdasági hatásokról, a rendelkezésre álló adatok (személyi jövedelemadó, nyereségadó, export bevétel, munkanélküliség, közlekedési szokások, stb.) segítségével. Ezek a munkák kiindulási adatul, vagy feltételezésül szolgálhatnak a gyorsforgalmi-úthálózat fejlesztésének tervezése során.

#### **II.1.4.2. Autópálya-fejlesztések területhasználatának korszerű tervezése**

Az autópálya-fejlesztés tervezése nem csupán egy közúti pálya építési terveinek elkészítését jelenti, hanem igen komplex feladat. A régióban betöltött funkcióját, más rendszerekkel való kapcsolatát hosszú évtizedekre meghatározza az, hogy az adott térségben hol (milyen nyomvonalon), milyen kapcsolódási pontokkal és mely kiegészítő beruházásokkal együtt valósul meg.



II.14. ábra: A közlekedést meghatározó rendszerkapcsolatok  
*Forrás: (Kövesné, 2005)*

Az autópályák területhasználata alapvetően eldől a hálózattervezés fázisában, de véglegessé a nyomvonal rögzítéskor válik. A korszerű közlekedési hálózattervezés számos szakmai terület együttes alkalmazását igénylő feladat. Az elvárások a funkcionalitás és gazdaságosság mellett egyre inkább kiterjednek a természetes és emberi környezetre gyakorolt hatás elemzésére és a területfejlesztés és termőföld-gazdálkodás távlati célkitűzéseinek figyelembevételére.

Az adatnyerés az egyes szakterületek esetében igen eltérő módon valósulhat meg:

Forrásként szolgálhatnak közvetlen, illetve statisztikai adatok (jellemzően például közművek esetében fogyasztói végpontok; népességi, mobilizációs, foglalkoztatási és jövedelmi adatok), távérzékeléssel nyert információk (elsődleges előállítási céljuk szerint meteorológiai, erőforrás-kutatási, környezetállapoti, térképészeti felvételek), helyszínen rögzített információk (elsődleges vízminőségi, agrárgazdálkodási, talajminőségi, stb. adatok).

Az infrastruktúrafejlesztést szolgáló térinformatikai tevékenység legfontosabb jellemzői (Kovács K, 2009a):

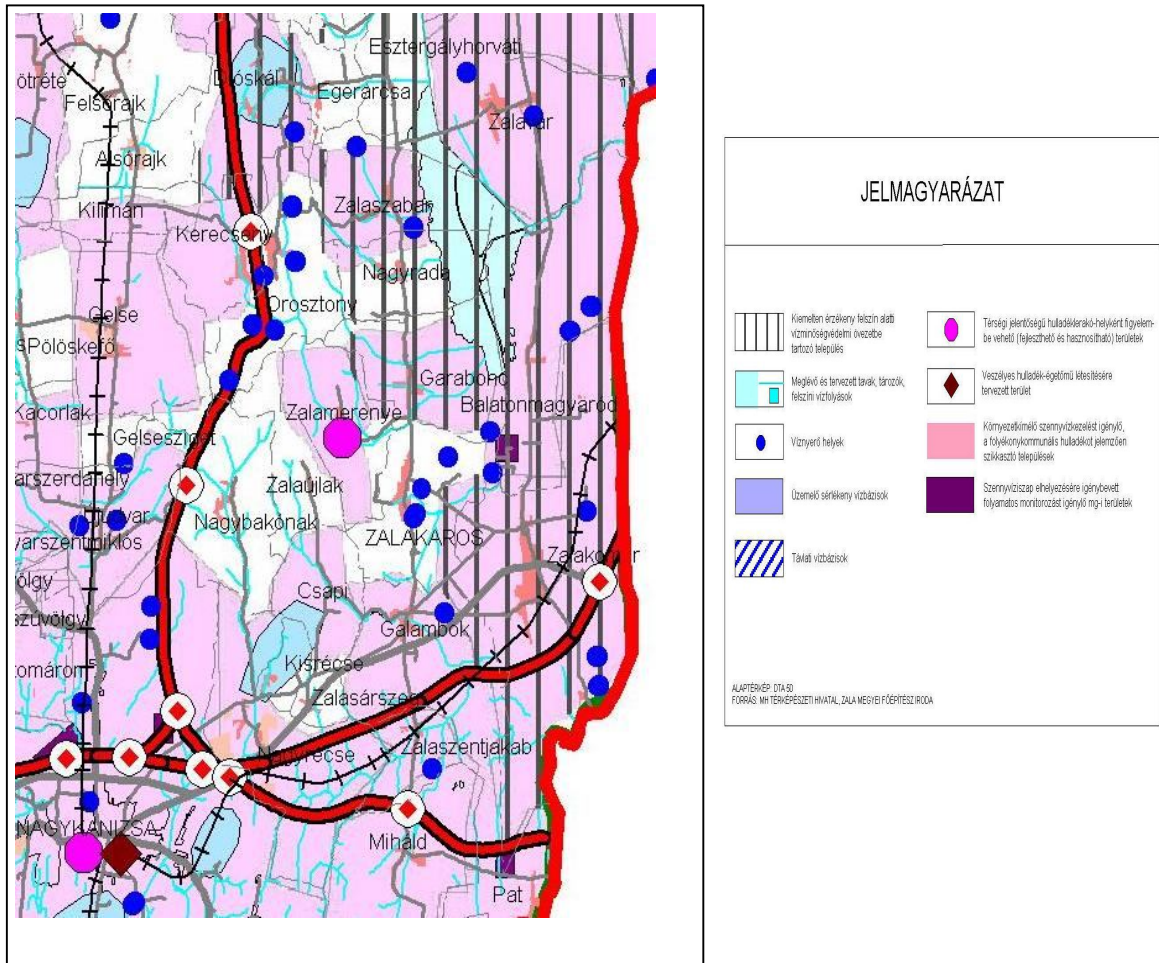
- a térinformációs rendszer elsődleges feladata a megjelenítés és a térbeli elemzés, az adatok kezelése a megfelelő szakinformációs rendszerekben történik,
- a megjelenítés általában magas színvonalú, könnyen kezelhető,

- a térinformációs rendszerek és az egyes ágazati, területi modellező rendszerek között gyakori az adatsere,
- az adatnyerés, feldolgozás, modellezés, szimuláció általában nem a térinformációs rendszerben történik,
- a rendszerekbe gyorsan változó adatokat (például időjárási adatok, vízállás, légszennyezettség) is bevonnak.

Az infrastruktúrafejlesztést szolgáló komplex térinformatikai rendszereken belül külön meg kell említeni a területhasználatot (területfedettséget) és a környezetállapot vizsgálatát szolgáló térinformációs rendszereket, amelyek jelenleg talán a legteljesebbnek tekinthető struktúrák, amelyek maguk is tartalmaznak bizonyos szakinformációs rendszereket (például az erdészeti, a földtani, a hidrológiai, a hulladékgazdálkodási, a meteorológiai és a mezőgazdasági rendszereket). Ezek a döntően helyhez kötött információk ma már nálunk is egyre több területen térinformációs adatrendszerekként jelennek meg.

Érdemes megemlíteni két kiemelt jelentőségű, európai szinten megvalósuló térinformációs programot, a CORINE (Community-wide Coordination of Information on the Environment) és az *INSPIRE* (Infrastructure for Spatial Information in Europe) programokat. Néhány hazai és az említett európai programokkal a II.2.3. fejezetben részletesen foglalkozom.

A hazai közúti infrastruktúratervezésben már léteznek térinformációs adatokra építő bizonyos szintű komplexitással rendelkező tervezést segítő rendszerek. Így megvan annak az elvi lehetősége, hogy a terület-használat (annak környezeti és agrárgazdálkodási) aspektusai is bekerüljenek azon paraméterek közé, amelyekre a tervezés optimalizál (*Kálnoki, 2003*).



II.15. ábra Dél-Zalai térség sérülékeny és kiemelten védett vízbázisai a tervezett autópálya-nyomvonalak mentén. *Forrás: Zala megye rendezési terve 2005*

Nem csupán a tervezési fázisban, hanem a kivitelezés során, valamint az üzemeltetés időszakában, a monitorozásában is kézenfekvő, hogy a területhasználat-változásait térinformációs eszközökkel kísérjük figyelemmel. Dolgozatomban az M7 autópálya Balaton és Nagykanizsa közötti szakaszának építése során tervezett, illetve ténylegesen igénybevett területhasználatot vettem össze az eredeti tervek, illetve távérzékelt képek vizsgálatával.

## II.2. TÉRINFORMATIKA A FÖLDHASZNÁLAT-TERVEZÉSBEN ÉS MONITORINGBAN

### II.2.1. Térinformatika és térinformációs rendszerek

A világ extenzív fejlődésének dinamikája mára elérte a fenntarthatóság határait. A növekedésnek, az állandóan bővülő igények kielégítésének eszközüvé egyre inkább a hatékonyság válik. Különösen nagy lehetőséget, egy új hatékonyság növelési megoldást teremtett meg a XX. Század második felének először kommunikációs, majd információs „forradalma”. A XX. század utolsó évtizedében a legfejlettebb országok posztindusztriális társadalmában (*Bell, 1973*) a termelési rendszerben egyre nagyobb szerepet kap az információ, illetve a tudás. Az ilyen „tudás-alapú” társadalmakban a tudás, illetve az információ megszerzésének gyorsasága a legfőbb stratégiai erőforrás (*Bangemann, 1995*). Ennek kiaknázása a globális versenypozíció szempontjából minden ország számára kulcsfontosságúvá vált. Az így jellemezhető posztindusztriális társadalmat nevezzük „információs társadalom”-nak.

Az intelligens infrastruktúra (*Kovács K, 2009a*), az intelligens termelés (ilyen pl. a precíziós mezőgazdaság is), intelligens szolgáltatás kifejezések a nagy gazdasági alrendszerek infokommunikációs eszközökkel történő, „belső” fejlesztésének folyamatára utalnak. Természetesen ezeknek a rendszereknek nemcsak gazdasági osztályozása létezik: Informatikai ill. kommunikáció-technológiai sajátosságainak szemszögéből is kategorizálhatunk. Egy ilyen kategória a napjainkban egyre szélesebb körben alkalmazott térinformációs megoldások, rendszerek összessége.

Bizonyos szakterületekre, illetve egyes tevékenységek bizonyos fázisaira jellemző, hogy a feladat hatékonyabb ellátásához igen nagy mennyiségű, döntően helyhez, illetve folyamathoz kötött adatok ismeretére (gyűjtésére) és feldolgozására van szükségünk. Ez az igény egyfelől az ismeretek bővülésével, a folyamattervezés és vezérlés tudományának fejlődésével, a megszerzhető adatok exponenciális növekedésével és nem utolsósorban a számítástechnika gyors fejlődése nyújtotta lehetőség révén sajátos/önálló infokommunikációs ágazat létrejöttét katalizálták: a térinformatika tudományt és a térinformációs rendszereket. Tartalmilag ugyanazt értjük rajta: „Helyhez kapcsolódó információk gyűjtésére, kezelésére, elemzésére és megjelenítésére szolgáló

rendszerek” (Magyar Nagylexikon), de a különböző fejlődési irányok és megközelítések miatt többféle elnevezése ismert: Amerikában a Geographical Information System (GIS) szorosabb kötődést mutat a Földfelszínhez, míg a szintén angol Spatial Data Infrastructure (SDI) az adatok térbeli jellemzők alapján történő strukturáltságát hangsúlyozza. Ez megfigyelhető a hazai szóhasználatban is: a tudományágra egyaránt használatos a geoinformatika és a térinformatika elnevezés.

### II.2.1.1. Térinformációs rendszerek kialakulása

Természetesen a helyhez kötött, rendszerezett információk igénye nem új keletű. A térkép több évezrede a kézzel festés, majd a nyomtatás korszakának térinformációs rendszere. Sajátossága, hogy az adatok rendszerezése (rögzítése) valamint megjelenítése egy közös vizuális felületen/rendszerben jelenik meg. Éppen ezért nem ritka, hogy a szokásos térképi adatok pl. felszín-adatok, elnevezések, vonalas elemek, felszínhasználati jellemzők mellett gyakran megjelennek egyéb információk (pl. igazgatási adatok, településtörténet, nevezetes építmények rajza, stb.) a térképen, vagy annak szélein.

Az új technológiai forradalom, az információs technológiák elterjedése lehetővé tette a helyhez kötött adatokból álló adatbázisok, a képi megjelenítések (fényképek) és a térbeli analízis hármásának robbanásszerű fejlődését. (Detrekői et al., 2002) és (Marquire, 1991). Az így létrejövő térinformációs rendszerek igen sokfélék lehetnek, s ennek megfelelően igen eltérő jelleget mutathatnak.

Attól függően, hogy melyik elem hangsúlyosabb, a feladat szempontjából megkülönböztethetünk nyilvántartás-, eszköz- és döntésorientált rendszereket.

<b>Nyilvántartás orientált rendszerek</b>	<b>Eszköz orientált rendszerek</b>	<b>Döntés orientált rendszerek</b>
Pl. népesség, ingatlan, infrastruktúra (közút, közterület, közmű)	Pl. rendezési tervezés, navigáció, területhasznosítás, diszpécser rendszerek	Pl. területminősítés, helykiválasztás, területi statisztikák

II. 16. ábra. Térinformációs rendszerek feladatuk szerint. *Forrás: (Tózsza, 2008)*

Valamennyi „civilizált” közösség életében már az ókorban megjelentek a helyhez kötött információs rendszerek (pl. népesség-összeírások, adók). Napjainkban az élet gyakorlatilag minden területén megjelent ez az igény. Az Európai Unió is kiemelt jelentőséget tulajdonít ezeknek a rendszereknek a közösség fejlődése szempontjából.

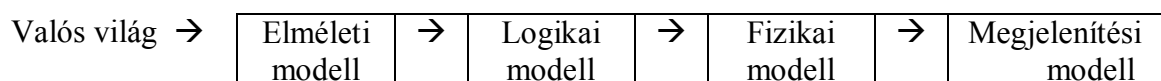
Az EU 1995-ben közzé tett egy olyan dokumentumot, amelyben összefoglalta azt a kilenc alkalmazási területet, ahol a jövőben leginkább szükségesnek tartja az együttműködést a térinformatika területén (Detrekői et al., 2002):

Kormányzati információs rendszerek (pl. regionális tervezés, ingatlan-nyilvántartás, útnyilvántartás, honvédelem, stb.)
Ellenőrző és irányító rendszerek (pl. katasztrófa-elhárítás)
Környezetvédelem (pl. monitoring)
Természeti erőforrás-feltárás és –gazdálkodás
Városi és községi területek irányítása, tervezése, gazdasági fejlesztése
Közművek – beleértve a telekommunikációt is
Közlekedéstervezés és –irányítás
Üzleti tevékenység (a marketingtől az ingatlanforgalomig)
Oktatás és kutatás

II.5. táblázat. Az EU legfontosabb térinformatikai együttműködési területei  
Forrás: EU „GI 2000 Towards a European Geographical Information Infrastructure”

### II.2.1.2. Térinformációs rendszerek létrehozása

A térinformációs rendszerek létrehozása alapvetően egy modellezési feladat, amelyben a valós világból kiindulva eljutunk annak digitális leírásához. A modellek létrehozásának célja a valóság bizonyos szempontból fontos jellemzőinek kiválasztása és azok térinformációs rendszerben történő tárolása és felhasználhatóságának biztosítása. Ez a modellezési folyamat Bernhardsen (Bernhardsen, 1999) és Detrekői (Detrekői et al., 2002) alapján az alábbi 4 elemet tartalmazza:



A térinformációs rendszereket kiterjedési/vonatkozási területük alapján három csoportba szokás sorolni (Bill, 1999):

- Globális (alapvetően a Föld egészére kiterjedő rendszereket soroljuk ide)
- Regionális (országokra, országrészekre, nagyobb térségekre kiterjedők)
- Lokális (településre, településrészre vonatkozó)

Természetesen a gyakorlatban e szinteknél „finomabb” megkülönböztetés is lehetséges (pl. egyes földrészekre vonatkozó kontinentális, vagy pl. egyetlen szerelőcsarnok belső terére korlátozódó mikrokörnyezeti rendszerek).

A modell s egyben a térinformációs rendszer építőköve az „objektum”, amely valamely entitás (azaz a valós világ elméleti modelljének alapegysége) egészének, vagy részének digitális reprezentációja. Az objektumot 5 kategóriában jellemezzük:

- Osztály
- Geometria
- Attribútumok
- Kapcsolatok
- Minőség

Az egyes osztályokhoz tartozó objektum vagy objektumok osztályazonosítása geometriai és attribútum jellemzőkkel/adatokkal történik. A geometriai adatokat az adott térinformációs rendszer területi kiterjedtségétől és a terület jellegétől (pl. Földfelület vagy csarnokbelső) függően többféle vonatkoztatási és vetületi rendszerben adhatjuk meg. Az attribútum adatok igen sokfélék lehetnek. Ezeknek több osztályozása ismert. Az egyik, szélesebb körben használt rendszer az alábbi struktúrát tartalmazza (Lodwick et al., 1987):

a/ Környezeti és természeti-erőforrás adatok:

1/ Geológiai      2/ Hidrológiai      3/ Klimatológiai      4/ Biológiai

b/ Szocio-ökonómiai adatok:

1/ Gazdasági      2/ Pénzügyi      3/ Demográfiai

c/ Infrastrukturális adatok:

1/ Közlekedési      2/ Közmű      3/ Szolgáltatási

### II.2.1.3. Adatnyerési eljárások

A térinformációs rendszerek létrehozásának legidőigényesebb és legköltségesebb része, egyúttal az objektum-meghatározás alapvető eleme az adatnyerés.

Az objektumok azonosítására szolgáló adatok egyik fontos jellemzője az aggregációs szint, azaz az egységnyi területre eső adatok száma, azaz az adatok sűrűsége.

Az adatnyerési módokat többféleképpen osztályozhatjuk:

- Jellegüket tekintve elsősorban geometriai, vagy attribútum adatok meghatározására szolgálnak,
- Technikáját/eljárását/módszerét tekintve beszélhetünk elsődleges, vagy másodlagos adatnyerésről: Elsődleges eljárás során az adatot közvetlenül a tárgyról, vagy annak képéről nyerjük. Másodlagos eljárás esetén már meglévő adat/ismeret átvételéről, vagy feldolgozásáról van szó.

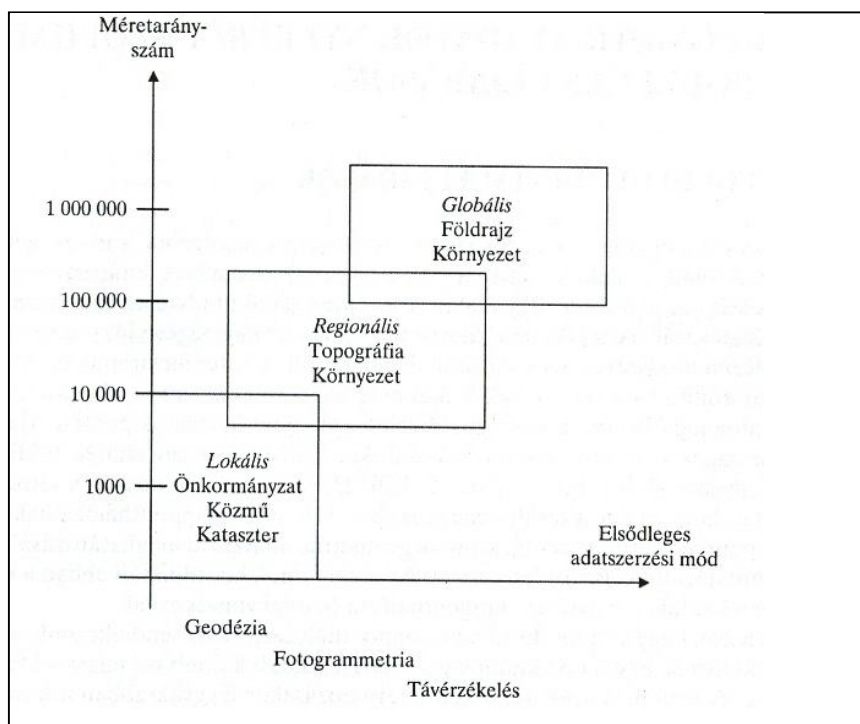
#### *a/ Geometriai adatok nyerése, helymeghatározási technikák*

Elsődleges geometriai adatnyerési eljárások a következők lehetnek (*Detrekői et al., 2002*):

- földi geodéziai mérések
- mesterséges holdakon alapuló helymeghatározás (pl. GPS)
- inerciális rendszerek
- távérzékelés (ide értve a fotogrammetriai módszereket is)
- rádiótelefonok felhasználásán alapuló rendszerek
- mobil térképező-rendszerek

Másodlagos geometriai adatnyerési eljárások közül a leggyakoribbak:

- meglévő analóg térképek manuális digitalizálása
- meglévő analóg térképek szkennelése
- digitális állományok off-line átvétele
- digitális állományok átvétele hálózatról (pl. internetről)



II.17. ábra. A térinformációs rendszerek területi kiterjedésének és az adatnyerési módszereknek a kapcsolata (Forrás: Detrekői et al., 2002)

### Helymeghatározási technológiák

Napjaink helymeghatározási technológiáinak fejlődésére az elmúlt évtizedekben nagy hatással voltak az űrkutatásban lezajló fejlesztések (pl. a műholdas távérzékelés), napjainkban pedig a hírközlési és informatikai hálózatokon alapuló technológiák, valamint a rádiófrekvenciás azonosítási eljárások térhódítása.

A jelenleg infokommunikációs területen négy technológiát alkalmaznak a helymeghatározásra széles körben (Dömölki (Égen-Földön), 2008):

- Mesterséges holdakon alapuló globális navigációs rendszerek
- Távközlési és információs hálózatokon alapuló technológiák
- Rádiófrekvenciás (RFID) eljárást használó (lokális) eljárások
- Képpalkotást felhasználó (távérzékelési alapú) helymeghatározás.

### *b/ Attribútum adatok nyerése*

Annak megfelelően, hogy térinformációs rendszereket igen sokféle célból, a gazdasági és társadalmi élet szinte minden területén létrehozunk, az objektumok tulajdonságait

hordozó attribútum adatok és ezek nyerése igen sokféle lehet. Különösen igaz ez a másodlagos adatnyerési eljárások széles skálájára.

Elsődleges attribútum adatnyerő eljárások közül kiemeljük az alábbiakat:

- földfelszíni mérések,
- helyszíni adatvételek,
- távérzékelés útján nyert űrfelvételek,
- légifelvételek (ortofotók)

A másodlagos attribútum adatnyerő eljárásokból csak példaképpen szeretnénk néhány fontosabbat megemlíteni:

- földmérési alaptérképek és telek (ingatlan) nyilvántartások
- tematikus térképek
- statisztikai adatrendszerek (évkönyvek)
- szakági közműadatok
- szakági állapotterképek és adatrendszerek
- állam- és közigazgatási adatbázisok

A felsorolt adatforrások jelentős része elérhető az interneten keresztül is.

#### **II.2.1.4. Matematikai módszerek a térinformatikai rendszerekben**

A térinformációs rendszerek modernkori robbanásszerű elterjedésében – mint korábban említettem – kiemelt szerepe volt a számítógépek teljesítményének elképesztő gyorsaságú fejlődésének mind a műveleti gyorsaság, mind az adattárolási kapacitás területén. Ezek a lehetőségek inspirálóan hatottak olyan matematikai módszerek kidolgozására, amelyek korábban rendkívül nagy számítási igényük miatt legfeljebb általános elméleti szintig (pl. létezés, ill. egyértelműség igazolása) jutottak el.

A matematikai eljárásokat:

- az adatgyűjtés,
- az adatkezelés,
- az adatelemzés és
- a megjelenítés

megoldásokor egyaránt alkalmaznak.

Mivel vizsgálataim során a Fourier-sorokkal, illetve egyéb ortogonális sorokkal történő függvényközelítések javításával foglalkoztam, fontosnak tartok röviden bemutatni néhány példát Fourier-sorok alkalmazására térinformációs rendszerekben.

#### *Fourier-sorok alkalmazása térinformációs rendszerekben*

Három területet szeretnék kiemelni az egyre több helyen megjelenő Fourier-soros alkalmazások közül:

- Felszíni geometria megadása
- Képfeldolgozás
- Képtárolás

A felszíni geometria megadása a geodézia alapvető feladata, amelynek során a Föld felszínével kapcsolatos adatokat mérik meg és ezekből – többek között – a Földfelszín vonalas térképét szerkesztik meg (Závoti, 1985). A geodéziában a számítógép alkalmazása viszonylag gyorsan tért hódított. Ennek oka egyrészt a mérési adatok nagy számában, másrészt a közvetlenül mért adatok átalakításának szükségességében keresendő. A nagyteljesítményű számítógépek elterjedésével új matematikai és számítástechnikai módszerek alakultak ki a geodézia területén is. Az egyik széles körben elterjedt geodéziai tervezési eszköz a Digitális Terepmodell (DTM). A DTM-ben a terep matematikai modelljével dolgozunk. A terepfelszín magasságait egy adott referenciaszinthez viszonyított analóg kétdimenziós jelnek tekintve, a jel diszkrét mintavételezés útján nyert digitalizálásával számítógépes feldolgozásra alkalmazható diszkrét adatokhoz jutunk.

Ezt a kétváltozós diszkrét mintavételezési függvényt leggyakrabban a spektrálanalízis módszerével dolgozzák fel, amelynek alapja a kétdimenziós Fourier-transzformáció. A Fourier-transzformáció módszerének alkalmazása a térképgeneralizáció területén már évtizedekkel ezelőtt bevezetésre került (Frederiksen, 1981).

Képfeldolgozás területén folyamatosan növekszik az igény az automatikus képjavítás és képfeldolgozás iránt. Ha analóg felvételtől indulunk ki, a képet először digitalizálni kell. Az eljárás analógiát mutat a DTM előállításával: A felvett kép függ attól, mikor készült ( $t$ =idő), milyen frekvencián ( $\omega$ ), milyen magasságból ( $z$ ) és irányból ( $\mathbf{n}$ ) lett

rögzítve. Ha viszont ismert, hozzárendelhető paraméternek tekintjük a meghatározott időpillanatot, a felvételi frekvenciasávo(ka)t, irányt és magasságot, akkor a kép leírható valamilyen  $f(x,y)$  kétváltozós, folytonos függvénnyel.

A képet pontokra (pixel=picture's element) bontjuk mintavételezéssel. Ez azt jelenti, hogy a képsík meghatározott pontjaiban mintákat veszünk a képjelből, azaz a pillanatnyi amplitúdókat (amelyek a képpont világosságát, illetve színét határozzák meg) kvantáljuk mérés és átlagolás útján (Pratt, 1978).

A digitális kép létrehozásának folyamata (Álló et al., 1989):

$f_1(x,y,z,t,\omega,\underline{n})$	→leképezés	$f_2(x,y)$	→mintavételezés	$f_3(k,l)$	→kvantálás	$f(k,l)$
-------------------------------------	------------	------------	-----------------	------------	------------	----------

A digitalizációt követően a képek feldolgozása diszkrét kétváltozós függvényekkel való feladatkezelést jelent. Ennek egyik legelterjedtebb formája egy olyan matematikai eljárás, amelynek alapja függvények Fourier-soros előállíthatósága. Ennek révén a függvény helyett annak Fourier-transzformációval nyert frekvencia-spektrumával dolgozunk. Lényege, hogy a kép előfeldolgozását ebben a spektrális térben végezzük el, majd a módosított spektrumból visszaállítunk egy módosított kétdimenziós függvényt, illetve annak megjelenítését, a javított képet (Meskó, 1984) és (Závoti, 1985). Az eljárást a II.2.2.3. pontban részletezem.

Képek illetve adatok tömörített tárolása ugyanazon az elven nyugszik, mint az előbb vázolt digitális képfeldolgozás. Ha a digitális kép vagy egyes részei helyett annak spektrumát használjuk, akkor lényegesen kisebb tárterületen tudjuk tárolni a kép elő(vissza)állításához szükséges adatokat. Természetesen ez az eljárás elméletileg csak akkor alkalmazható, ha a változatlan spektrumból az eredeti kép pontosan visszaállítható.

A gyakorlatban a tömörített tárolás információvesztéssel jár (Závoti, 1999). Ennek mértékére az egyes eljárások az alkalmazás előtt legtöbb esetben figyelmeztetik a felhasználót.

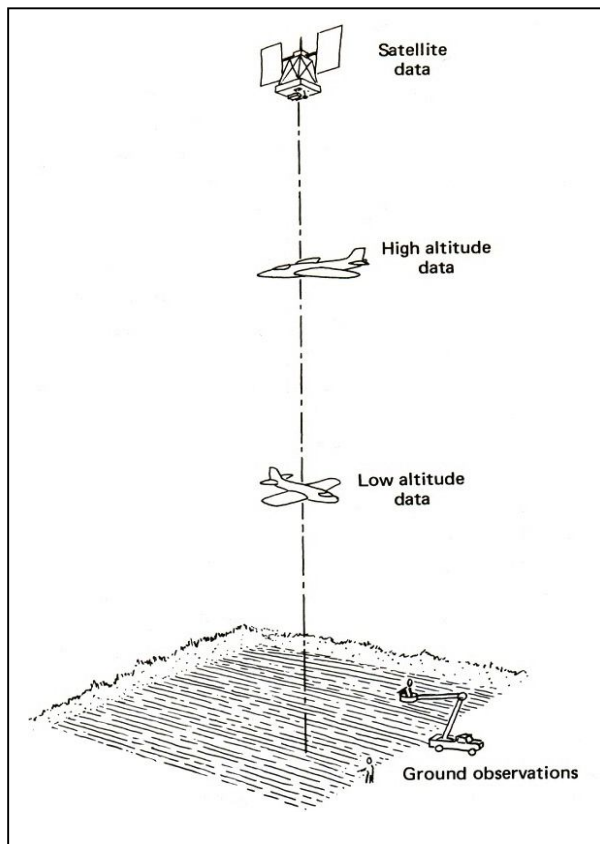
## II.2.2. Távérzékelés

A II.2.3. pontban leírtak szerint a távérzékelés a térinformatika elsődleges adatnyerési módszere. Megemlítjük, hogy a távérzékelés a geometriai adatnyerésre és az attribútum adatok nyerésére egyaránt alkalmas.

### II.2.2.1. A távérzékelés fizikai alapja

Távérzékelés alatt olyan adatnyerési eljárást értünk, amelyek az adatokat a vizsgált objektummal való közvetlen fizikai kapcsolat nélkül produkálják. Egyes iskolák a fenténél tágabban határozzák meg azt a tevékenységi kört, amelyet távérzékelés alatt értenek, például (Lóki, 1996) és (Sabins, 1996).

A távérzékelés során nyert képek többféle elven működő felvevőrendszerrel készülhetnek. Távérzékelés fizikai alapja a többnyire szoláris eredetű elektromágneses sugárzás spektrális eloszlásának, illetve változásának detektálása (Curran, 1988).



II.18. ábra: Távérzékelések (műholdas, nagy- és kismagasságú, Föld felszíni)

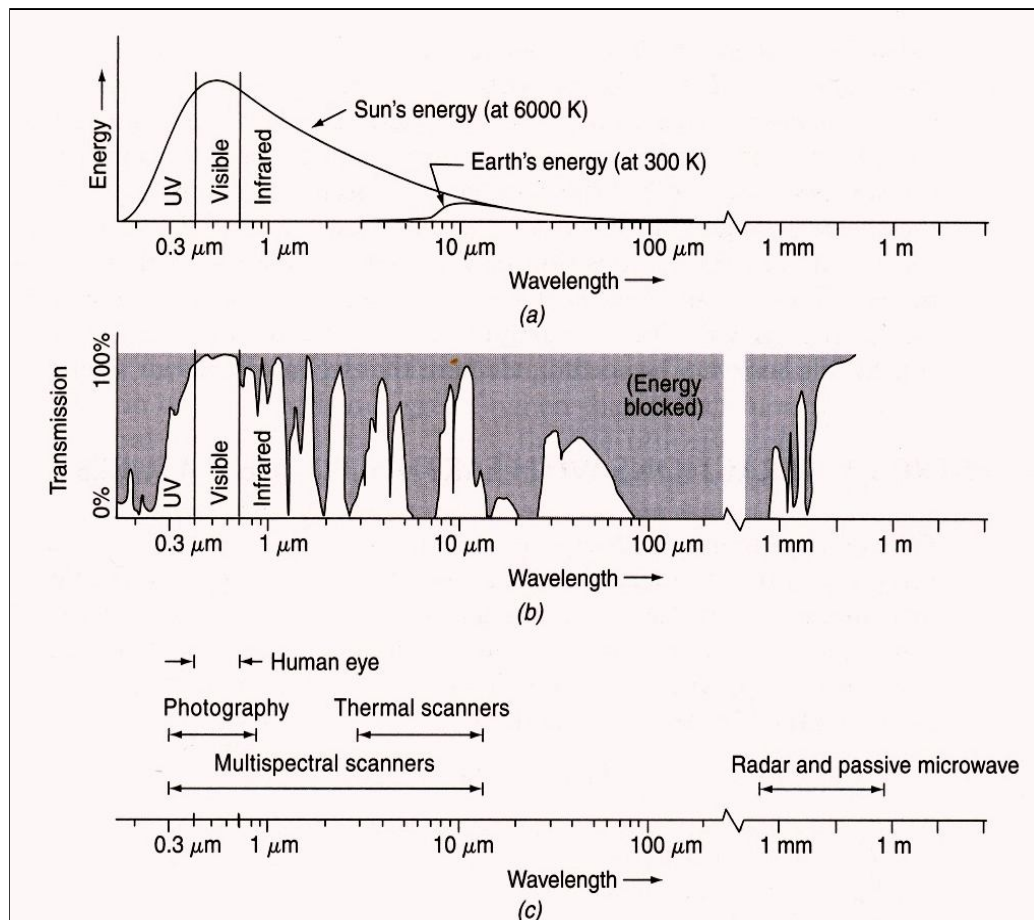
Forrás: (Lillesand et al., 2004)

A passzív távérzékelő rendszerek (többnyire) a Napból eredő és az adott tárgy által visszavert (reflektált), illetve kibocsátott (emittált) sugárzást mérik. Mérési tartományuk általában a látható fény és az ahhoz közeli optikai sávba eső  $0,4 - 15,0 \mu\text{m}$  hullámhosszúságú sugárzás. Az aktív távérzékelő rendszerek maguk is sugárforrások, amelyek az általuk kibocsátott és a leképezett tárgyak által visszavert sugárzást érzékelik. Legismertebb képviselőik a  $0,0075 - 0,60 \text{ m}$  hullámhossztartományban dolgozó rádiólokátorok (radarok).

Különböző anyagok eltérő mértékben verik vissza, vagy nyelik el az elektromágneses sugárzás. Ez adja az elvi alapját a távérzékelte adatok (képek) kiértékelésének: A felszín anyaga, a növények, az objektumok felismerhetőek, sőt legtöbbször következtethetünk az állapotukra is.

*a/ Léggöri hatások*

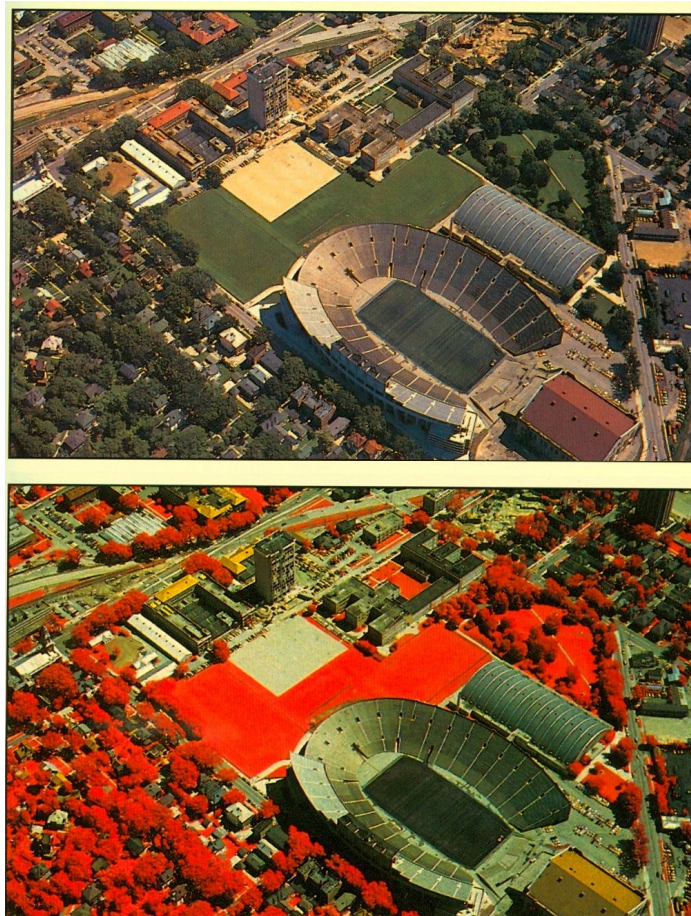
A elektromágneses hullám a légkör felső határát elérve azzal kölcsönhatásba lép. Ennek következtében az energia egy része visszaverődik, illetve elnyelődik. Az alacsonyabb hullámhossz-tartományban gyakran nagyobb szóródás is tapasztalható. Szelektív szórás elsősorban az O<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> gázok okoznak, míg nem szelektív szórás idéz elő a légkör magas páratartalma, illetve a felhők (Sabins, 1996). Azokat a hullámhossz-tartományokat, ahol a legkisebb a szóródás és az elnyelődés mértéke, léggöri ablaknak nevezzük (Csornai et al., 1991).



II.19. ábra. Logaritmikusan hullámhossz-skála függvényében a sugárzás energiaforrása, a léggöri transzmisszió és a (táv)érzékelési módok. Forrás: (Lillesand et al. 2004)

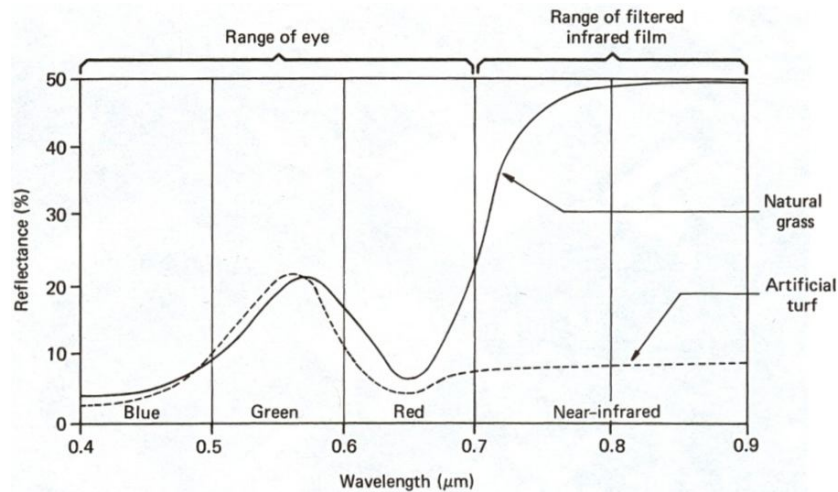
*b/ A felszín optikai tulajdonságai*

A föld felszínének eltérő reflektancia értékeit a megvilágítás, a domborzat és az anyagi sajátosság okozza. A visszavert, az elnyelt, az áthaladó és a kisugárzott energia aránya a sugárzástól, az anyag típusától és állapotától függ (Sabins, 1996). Ha egy tárgy spektrális visszaverődési értékeit grafikonon ábrázoljuk, spektrális görbét kapunk. Így meghatározhatjuk azokat a hullámhossz tartományokat, amellyel az adott tulajdonság a legjobban vizsgálható. A távérzékelte felvételek módjának kiválasztásánál és elemzésénél figyelembe kell venni a napsugárzás mértékét, a légköri hatásokat, a domborzat radiometriai és geometriai torzító hatását, valamint a vizsgálat tárgyának spektrális tulajdonságait (spektrális görbéjét is). A II.20. ábra felső képén a Wisconsin Egyetem stadionjáról készült színes fotón a gyepszőnyeg színe a fák zöld színével egyező, de ha a felvételt infravörös tartományban készítjük (alsó kép), akkor látszik a különbség, mert a természetes zöld fű és fa erősebben reflektál ebben a tartományban, mint a zöldre festett műfű.



II.20. ábra: University of Wisconsin színes fotón és infra-vörös képen. *Forrás: (Lillesand at.el. 2004)*

Eltérő összetételű és állapotú talajoknak eltérő a spektrális görbéjük, amely leginkább a talaj kémiai összetételétől, humusztartalmától és szemcseösszetételétől függ. Ez az alapja a talajok távérzékeléssel történő vizsgálatának (*Baumgardner et al. 1985*).



II.21. ábra. Természetes gyep (Natural grass), és műfű (Artificial turf) spektrális görbéje  
 Forrás: (*Lillesand et al. 2004*)

A növényzettel kapcsolatos vizsgálatoknál figyelembe kell vennünk, hogy a távérzékelte képeken a növény fajtájának, fejlettségi állapotának, a talaj jellegének és a növényi borítottság mértékének együttes hatása jelentkezik. Éppen ezért a nagyüzemi, homogén táblás művelés vizsgálatát sokkal könnyebb elvégeznünk, mint a természetközeli állapotú területek elemzését. Jelentős segítséget jelent, hogy egy terület reflektancia tulajdonságát a fotoszintézisben legnagyobb részt vállaló és a legnagyobb felszint alkotó levélfelület alakítja ki. Márpedig a magasabb rendű növényekben elsősorban a levelekben koncentrálnak a fotoszintetikus pigmentek, amelyek a vörös sávban alacsony visszaverődést okoznak a fotoszintetikus pigmentek fényelnyelési tulajdonsága miatt (lásd II.21. ábra). A visszaverődést a pigmentek mellett jelentősen befolyásolja a növényi szövet szerkezete és állapota. A kukorica és a szója esetében Carlson és munkatársai (*Carlson et al. 1995*) igazolták a levélzet víztartalma és a visszaverődés mértéke közötti kapcsolatot.

### II.2.2.2. Távérzékelte felvételek

A távérzékelés robbanásszerű fejlődése és felhasználásának elterjedése igen sokféle eljárás és rendszer kifejlesztéséhez és alkalmazásához vezetett. Ez lehetőséget ad arra,

hogy ma már mérlegelhesünk és a felhasználás szempontjából legkedvezőbb minőség-költség arányú szolgáltatást válasszuk. A távérzékelte felvételeket több szempont szerint osztályozhatjuk. A leggyakoribb kategóriák (Mucsi, 2004):

- A távérzékelte felvételek készítésének magassága szerint lehet földközeli-, légi- és műholdas képek (lásd II.18. ábra). Az egyre nagyobb teret hódító műholdas távérzékelés előnye a nagy képméret, az olcsó üzemeltetés, a folyamatos (ill. idősoros) képkészítés.
- Geometriai felbontás alapján lehetnek: kis- (100 méter feletti), közepes- (1-100 méter közötti) és nagyfelbontású (1 méter alatti) felvételek.
- Csatornaszám alapján megkülönböztetünk egy csatornás (pankromatikus), több csatornás (multispektrális), illetve hiperspektrális felvételeket. A pankromatikus felvételek általában nagy geometriai felbontásúak, a multispektrális felvételek viszont több nagy sáv szélességű csatornát tartalmaznak.
- Hullámhossz-tartomány szerint megkülönböztetünk optikai sávú és mikrohullámú távérzékelést. A mikrohullámú rendszer előnye a napszaktól és az időjárástól való függetlenség, hátránya a kis geometriai felbontás.
- A szenzor működési elve szerint kamera, illetve pásztázó rendszerek vannak. Eleinte természetesen a távérzékelésben is csak analóg kamerákat tudtak használni a különböző rendszerek, de az utóbbi években fokozatosan kezdenek áttérni a digitális érzékelőkre. A LANDSAT műholdak keresztsávú pásztázó rendszert alkalmaznak, amelyeknek egyszerűbb az optikai rendszere és nagyobb spektrális tartományt tud lefedni. A mai nagyfelbontású multi- ill. hiperspektrális szenzorokkal ellátott műholdak (SPOT, IKONOS, QUICKBIRD) sávmenti pásztázó rendszert használnak.

Az adatgyűjtés célja legtöbbször eleve determinálja, hogy milyen geometriai felbontású képekre van szükségünk a vizsgálathoz. Néhány tipikus felhasználási terület és hozzá tartozó, a gyakorlatban alkalmazott felbontás:

- Globális folyamatok és meteorológiai megfigyelések céljából kis felbontású szenzorokkal felszerelt meteorológiai műholdakat (pl. METEOSAT) és más, kis felbontású képek készítésére alkalmas műholdakat (pl. EOS TERRA és AQUA) használnak.

- A környezetvédelem, a természeti erőforrás egyes területei, valamint az agrárgazdaság (pl. termésbecslés) közepes felbontású képeket gyűjt. Ilyen eszközökkel felszereltek például a LANDSAT és a SPOT műholdak.
- A térképészet, a navigáció, a precíziós mezőgazdaság és egyes nem polgári célú alkalmazások viszont igénylik a nagyfelbontású képeket. Egyes műholdak (pl. IKONOS, QUICKBIRD) ilyen szenzorokkal vannak felszerelve, és szolgáltatásaik ma már a civil szférában is megrendelhetőek.

### **II.2.2.3. Távérzékelte adatok feldolgozása, Fourier-sor alkalmazása a képfeldolgozásban**

Távérzékelte adatok feldolgozása, kiértékelése egy olyan összetett, többlépcsős eljárás, amely függ a felhasználás céljától, a képek minőségétől (pl. multi- vagy hiperspektrális) és a feldolgozás módszerétől (pl. automatikus osztályozás, vagy vizuális megfigyelés, kézi mérés, stb.). A távérzékelte adatok feldolgozása mind a geometriai, mind az attribútum adatok nyerését szolgálja. Az attribútum adatok nyérése történhet vizuális interpretációval vagy digitális képfeldolgozási eljárással. Igen sokféle képfeldolgozási technológia ismert (*Sabins*, 1996) és (*Lillesand et al.*, 2004). A továbbiakban a Fourier-sorok alkalmazhatóságát kívánom röviden bemutatni a digitális képfeldolgozás példáján.

#### *a/ Fourier-módszer a képhelyreállításban – képjavításban*

A képfelvételi körülmények (optikai rendszer hibái, érzékelők nemlineáris volta, az atmoszférikus hatások, képelmozdulás, geometriai torzulások, stb.), a digitalizálási eljárás, és a képtovábbítás során a képet érő különböző torzító és zajhatások mind rontják a kép minőségét. Ezeknek a hatásoknak a kiküszöbölésére szolgáló eljárásokat a megvalósítandó cél szerint 2 csoportba oszthatjuk: képhelyreállítás (restoration), ill. képjavítás (enhancement) (*Alló et al.*, 1989).

A képhelyreállítás célja, hogy a rendelkezésre álló képből előállítsuk azt az ideális képet, amely akkor keletkezett volna, ha nem lettek volna a különböző zavaró, torzító hatások (*Székely*, 1994). A helyreállítás a gyakorlatban pontosan igen nehezen meghatározható és általában igen összetett feladat, amelynek egyes részeire (pl. geometriai torzítások) ugyan léteznek általános eljárások, de más területek annyira

speciálisak, hogy egyedileg kidolgozott megoldásokat kell alkalmazni – már amennyiben előállíthatóak.

A képjavítási eljárások célja, hogy a képet további kiértékelés vagy feldolgozás szempontjából előnyösebb formára alakítsa. A képjavító eljárások közötti választás a megoldandó problémától függ. Az eljárások során a digitális, vagy digitalizált képből, illetve az azt leíró kétváltozós  $f(x,y)$  függvényből indulunk ki (lásd II.2.1.4. pont). A leggyakoribb eljárás a szűrés. A digitális szűrők általában arra szolgálnak, hogy matematikai úton kiválasszuk (kiszűrjük) a nemkívánatos információt a hasznosból. A képjavításnál a szűrés a felvételi hibák és a ráakadó véletlenszerű hibák (zajok) elnyomására szolgál. De például szűrést alkalmazhatunk a képek bizonyos jellegzetességének szándékos kihangsúlyozására is.

A szűrést végezhetjük a képtartományban, vagy a frekvenciatartományban a kép Fourier-transzformáltjával. Digitális képek képtartománybeli szűrését a képfüggvény  $f(x,y)$  és a digitális szűrő  $h(x,y)$ , az ún. súlymátrix konvolúciójával végezhetjük el (Závoti, 1985). Ezzel egyenértékű szűrést érhetünk el, ha a frekvenciatartományban a képfüggvény kétdimenziós spektrumát  $F(u,v)$  és a szűrő spektrumát  $H(u,v)$ , az ún. átviteli függvényt összeszorozzuk. Ez utóbbi esetben az így kapott szűrt spektrumot vissza kell transzformálni a képtérbe

A  $h(x,y)$  súlymátrix ill. a  $H(u,v)$  átviteli függvény (spektrum) megválasztását szűrőtervezésnek nevezzük. A cél az, hogy a mindenkori alkalmazási feladathoz az arra legalkalmasabb szűrőt keressük meg. Az alkalmas szűrő megalkotása a spektrumtérben általában lényegesen egyszerűbb feladat, mint a képtérben.

*b/ Néhány tipikus szűrési eljárás (Álló et al., 1989):*

- „Zajelnyomás” módszerét akkor alkalmazzuk, ha a kép Fourier-transzformáltjában jelentős fényességű magasfrekvenciás tagok jelentkeznek. Ekkor  $H(u,v)$ -t úgy kell megválasztani, hogy a feltűnő magasfrekvenciás elemeket kiszűrje, de az alacsonyabb frekvenciákat lehetőleg változatlanul hagyja. Ezeket aluláteresztő (lowpass filtering), vagy más terminológia szerint Gauss-féle felülvágó (Meskó, 1984) szűrőknek nevezzük.

- „Kontrasztosítás” akkor szükséges, ha a képen csak kisszámú és alacsony intenzitású magasabb frekvenciák vannak, ezért a kép eléggé szürke, jellegtelen. A frekvenciatérben alkalmasan megválasztott  $H(u,v)$  szűrő az alacsony frekvenciájú elemeket törli, vagy fényességüket jelentősen csökkenti, miközben a magas frekvenciájúakat változatlanul hagyja. Az eljárás során a kép élessége, finom vonalai azáltal emelődnek ki azáltal, hogy a „szürkébb” képrészek halványulnak. Ez az ún. felüláteresztő (highpass filtering), vagy Gauss-féle alulvágó szűrő.
- „Sávkiemelés” során két adott érték közé eső világosságú képpontokat egy adott színre színezzük, s ezzel kiemeljük a környezetéből.
- „Színre vágás”, amely során a képpontok átszínezését úgy érjük el, hogy  $n-1$  küszöb megadása esetén az  $n$  darab sávhoz  $n$  darab különböző fény(szín)értéket rendelünk.

Gyakran alkalmaznak még úgynevezett „inverz szűrési eljárást” életlen képek helyreállítására (élessé tevésére). A módszer lényege, hogy ha ismerjük a leképező rendszer „súlyfüggvényét”, akkor a spektrumtérben az életlen kép spektrumát elosztva a leképező rendszer spektrumával a kapott spektrum annak a képnek a spektruma lesz, amely akkor állt volna elő, ha a leképező berendezés hibátlan lett volna. Így lehet tehát a kép élességét visszaállítani (Székely, 1994).

#### *c/ A Fourier-módszer alkalmazhatóságának korlátai*

Az első probléma már rögtön magával a digitalizálással van. Ez az eljárás elméletileg csak akkor alkalmazható, ha a változatlan spektrumból az eredeti analóg jel pontosan visszaállítható. Ennek feltétele az ún. Nyquist-kritérium teljesülése, azaz ha a folytonos  $f(x,y)$  függvény Fourier-transzformáltja  $F(u,v)$  a Nyquist-intervallumon kívül zérus:

$$F(u,v)=0, \text{ ha } u \geq u_h \text{ és } v \geq v_h,$$

ahol  $u_h$  és  $v_h$  az  $(u,v)$  frekvenciatartományban az  $x$  ill.  $y$  irányú fénysűrűség-változásoknak megfelelő határfrekvencia (Álló et al., 1989). Ilyenkor azt mondjuk, hogy a függvény sávkorlátos, vagy véges sáv szélességű.

A problémát az okozza, hogy a gyakorlatban a Fourier-transzformációval nyert frekvenciaspektrum általában végtelen kiterjedésű. Szerencsés esetben előfordulhat, hogy a függvény – ha nem is sávkorlátos, de legalább – „gyengén sávkorlátos”, azaz a fenti feltétel egzaktul nem teljesül ugyan, de  $F(u,v)$  „elég gyorsan” (a frekvencia négyzetével fordított arányban) eltűnik a határfrekvenciáknál ( $u_h$  és  $v_h$ ) nagyobb síkfrekvenciákon, azaz „a gyakorlatban elfogadható”.

A mintavételezés gyakorlati megvalósítása szempontjából a Nyquist-feltétel azt jelenti, hogy a mintavételező optikai- vagy elektron-sugárnyaláb átmérője, illetve sortávolsága nem lehet nagyobb a képen előforduló legfinomabb képrészlet periodicitásának a felénél (Álló et al., 1989). Mivel azonban a gyakorlatban a sávkorlátossági kritérium sem teljesül pontosan, a mintavételezés még ebben az esetben is információvesztéssel jár, emiatt a képet már nem lehet hibátlanul visszaállítani.

Összefoglalva: Mivel a képfüggvények általában nem vagy csak gyengén sávkorlátosak, a mintavételezés sem ideális (mert véges elemű), a minták kvantálása is további hibát ad, ráadásul a visszaállításkor alkalmazott interpolátor sem ideális, ezért a visszaállított képfüggvény a sohasem lesz azonos az eredetivel. Legjobb esetben azt érhetjük el, hogy a visszaállított függvény (kép) síkfrekvencia-spektruma megegyezik az eredetivel. Ekkor a két képet azonosnak tekintjük.

Nem jobb a helyzet a zajszűrésnél sem. A képek rögzítésénél, majd továbbításánál mindig számolnunk kell bizonyos zajossággal. A zajok legfontosabb jellemzője a spektrum-eljárások nézőpontjából az, hogy a zajok síkfrekvencia-spektruma általában nem sávkorlátosak, sőt még gyengén sávkorlátosnak sem tekinthetőek (hiszen éppen az jellemzi őket, hogy egyes nagyfrekvenciákhoz nagy fényességérték párosul). Tehát nem teljesítik a Nyquist-kritériumot, ezért

- a zaj spektrumát nem tudjuk egyszerűen eltávolítani a képből;
- a zajos kép sem tudja teljesíteni azt, így a spektrum-módszer elméleti megalapozottsága a kép egészére nézve sérül.

A fentiek ellenére a gyakorlatban széles körben alkalmazzák a Fourier-eljárást, mert a többi technikával összevetve – az említett elvi problémák ellenére – csak ritkán okoz zavaró mértékű hibát.

### **II.2.3. Földhasználat-tervezésben széles körben alkalmazott térinformációs rendszerek**

A korábbi fejezetekben már hivatkoztam többször azoknak a térinformációs rendszereknek az elérhetőségére és alkalmazására, amelyek már ma is megkerülhetetlenek a korszerű tervezés és üzemeltetés során Szeretnék most három programot kiemelni. Ezek olyan adatrendszerek felépítésére irányulnak, amelyeknek leginkább van, illetve a jövőben lesz szerepük a komplex szemléletű területhasználatban: CORINE (uniós és hazai programsorozat), INSPIRE (uniós kezdeményezés) és a hazai nagyrendszerek közül a MePAR.

#### **II.2.3.1. CORINE - Coordination of Information on the Environment**

Az EU által a 80-asévekben indított projekt, amelynek célja kvantitatív, megbízható és össze-hasonlítható információ biztosítása a felszín-borítás jellemzésére. A kezdeményezés fontos célkitűzése volt, hogy a rendszer segítse a környezeti folyamatok modellezését, adjon információt a regionális tervezés számára, segítve ezzel az összehangolt környezeti politika kialakítását. A program szorosan kapcsolódik az újabb közösségi programokhoz (pl. GMES, INSPIRE).

##### *a/ A CORINE Land Cover program módszertana*

Egységes koordinációjú program, amely az egyes országokban előre tervezetten különböző időpontban fut, de mindenütt azonos alapelvek és kötelező vizsgálati elemek mellett (Büttner et al., 2004):

- Alapadatok: Űrfotó térképek (Landsat TM, SPOT)
- Módszer: Vizuális fotóinterpretáció számítógépes segítséggel, segédadatok (térképek, légifotók) használatával és terepi ellenőrzéssel
- Eredmény: Digitális adatbázis, három egymásra épülő szinten megvalósulva
  - Level 1 (1-es szint) - 5 kategóriát használ:
    - Mesterséges felszínek (urbánus területek),
    - mezőgazdasági területek,
    - erdők és természetközeli területek,
    - vizes/vizenyős területek és
    - összefüggő vízfelületek.
  - Level 2 (2-es szint) – 15 kategória (1:500.000 és 1:100.000 méretarány)
  - Level 3 (3-as szint) – 44 kategória (1:100.000 méretarány)

LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3
1. ARTIFICIAL SURFACES	1.1. Urban fabric 1.2. Industrial, commercial and transport units 1.3. Mine, dump and construction sites 1.4. Artificial, non-agricultural vegetated areas	1.1.1. Continuous urban fabric 1.1.2. Discontinuous urban fabric 1.2.1. Industrial or commercial units 1.2.2. Road and rail networks and associated land 1.2.3. Port areas 1.2.4. Airports 1.3.1. Mineral extraction sites 1.3.2. Dump sites 1.3.3. Construction sites 1.4.1. Green urban areas 1.4.2. Port and leisure facilities
2. AGRICULTURAL AREAS	2.1. Arable land 2.2. Permanent crops 2.3. Pastures 2.4. Heterogeneous agricultural areas	2.1.1. Non-irrigated arable land 2.1.2. Permanently irrigated land 2.1.3. Rice fields 2.2.1. Vineyards 2.2.2. Fruit trees and berry plantations 2.2.3. Olive groves 2.3.1. Pastures 2.4.1. Annual crops associated with permanent crops 2.4.2. Complex cultivation patterns 2.4.3. Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation 2.4.4. Agro-forestry areas
3. FOREST AND SEMI-NATURAL AREAS	3.1. Forests 3.2. Scrub and/or herbaceous associations 3.3. Open spaces with little or no vegetation	3.1.1. Broad-leaved forest 3.1.2. Coniferous forest 3.1.3. Mixed forest 3.2.1. Natural grassland 3.2.2. Moors and heathland 3.2.3. Sclerophyllous vegetation 3.2.4. Transitional woodland-scrub 3.3.1. Beaches, dunes, sands 3.3.2. Bare rocks 3.3.3. Sparsely vegetated areas 3.3.4. Burnt areas 3.3.5. Glaciers and perpetual snow
4. WETLANDS	4.1. Inland wetlands 4.2. Marine wetlands	4.1.1. Inland marshes 4.1.2. Peat bogs 4.2.1. Salt marshes 4.2.2. Salines 4.2.3. Intertidal flats
5. WATER BODIES	5.1. Inland waters 5.2. Marine waters	5.1.1. Water courses 5.1.2. Water bodies 5.2.1. Coastal lagoons 5.2.2. Estuaries 5.2.3. Sea and ocean

II.6. táblázat CORINE területhasználati kategóriák szintenként  
*Forrás: (IMAGE2000 – CLC2000, 2005)*

CORINE Land Cover CLC legfőbb paraméterei:

- méretarány: 1 : 100 000
- a legkisebb térképezett folt mérete: 25 ha
- megvalósítás uniós szinten koordinált

*b/ A CORINE Land Cover program Magyarországon*

Standard európai CLC keretében eddig két teljes felmérés történt hazánkban (Maucha, 2006):

- CLC1990: 1993-1997 (Phare)
- CLC2000: 2001-2003 (EEA, KvVM)

A nemzeti cél az volt, hogy az európai közös program megvalósításában való részvételünk mellett, próbáljunk egyúttal minél több hazai szakágazati, szakpolitikai igényt kielégíteni.

Legjelentősebb felhasználási területek az alábbiak (Büttner et al., 2001):

- Természetvédelem (KvVM)
- Haszonnövény térképezés és termés előrejelzés (FÖMI)
- Regionális tervezés (VÁTI)
- Árvízvédelmi tervezés (VITUKI)
- EU--konform földhasználati stratégia kidolgozása (SZIE)
- Távközlési hálózat tervezés (Ericsson)

A CLC2000 keretében feldolgozott több mint 40500 felszínborítási poligon vizsgálata alapján, 5 hektáros blokkokkal (foltokkal) dolgozva megállapítást nyert, hogy 1991 és 2000 között az ország területének 4,48%-án volt mérhető váltás a földhasználati kategóriák között. A CLC2000 Magyarországon nem egyszerűen egy állapotváltozás-felmérést jelentett az első felméréshez képest (ez a program alapvető célkitűzése), hanem egy lényegesen pontosabb adatállomány létrehozásának lehetőségét is. Ugyanis a CLC2000 programhoz kapcsolódva, annak mintegy hazai fejlesztéseként, létrejött a CLC50 - egy magyarországi nagyfelbontású felszínborítási adatbázis. Méretaránya (1:50.000), azaz pontossága jobb, mint a CLC2000 által megkövetelt szint. A program 1999 és 2003 között valósult meg az 1998 és 1999-es adatokra támaszkodva az FVM és a KvVM irányításával.

A standard CLC és a CLC50 összehasonlítása:

- nagyobb geometriai pontosság (50 m helyett 20 m)
- megnövelt területi (blokk) felbontás (25 ha helyett 4 ill. 1 ha)
- megnövelt tematikus felbontás (27 osztály helyett 79 osztály)

Az új rendszer olyan kiemelt feladatok ellátásához nyújt komplex adat-támogatást, mint:

- Természetvédelem (Natura2000)
- Integrált földhasználat tervezés
- Agrár-környezetvédelmi program (Környezetileg Érzékeny Területek)
- Árvízvédelmi tervezés

A program továbbvitele (CORINE 2006) megkezdődött 2005-ben a Magyar Úrkutatási Iroda támogatásával s részben a GMES égisze alatt zajló uniós koordinációban.

### **II.2.3.2. INSPIRE - Infrastructure for Spatial Information in Europe**

Az EU versenyképességének javítása, a környezeti és természeti erőforrás-felhasználás fenntarthatósága, a korszerű szolgáltatások helyhez kötött információs igénye megkövetelte korszerű térinformációs rendszerek széleskörű alkalmazását. Ahhoz, hogy ez az irányelvszerűen „kötelező” alkalmazás hatékony legyen egy európai integrált gazdaság és társadalom szintjén szükségessé vált olyan egységes rendszerek kialakítására, amelyeket a tagországok közös „metodika” alapján állítják elő és szolgáltatják az adatokat, illetve amelyhez hozzáférnek, s amelyet a nemzeti rendszerekkel „össze lehet kapcsolni”.

Ennek egy sor akadálya volt:

- nehézkes adathozzáférés (nem megfelelő metaadatok),
- különböző vetületek, méretarányok,
- az információnak és terjedésének bizonytalan státusza,
- a helyhez kötött információk megfizethetetlen ára,
- az adatállományok és web-szolgáltatások interoperabilitásának hiánya,
- az objektumok azonosítására szolgáló kódok összehangolatlansága,
- az adatminőség országonként különböző volta,
- a távlati megoldások hiánya (helyette rögtönzések)

E problémák leküzdése hozta léte az Európai Közösség Térbeli Információs Infrastruktúra (INSPIRE) kezdeményezést.

*a/ Az INSPIRE kezdeményezés fő céljai*

Általános cél összehangolt és jó minőségű térbeli információk előállítása különböző európai szintű szakpolitikai (policy) feladatok megfogalmazására, megvalósítására, követésére (monitoring), értékelésére először a környezetpolitika később a mezőgazdaság, a közlekedés és egyéb területeken.

A sajátos célok az alábbiakban foglalhatóak össze:

- a helyhez kötött információk elérhetőségének fokozása,
- a meglévő adatok jobb felhasználása (különösen a környezetpolitikában),
- az helyhez kötött információkkal kapcsolatos tevékenység kevésbé hatékony voltának csökkentése,

- a helyhez kötött információk felhasználási akadályainak csökkentése.

Az INSPIRE megvalósításának menetrendje szerint 2005-2006 az előkészítés, a következő három év a megvalósításhoz szükséges akciók időszaka, s végül maga a megvalósítás 2009 és 2014 között történne. Az előkészítés befejeződött. Ennek fontos „termékei” az ún. az előkészítő anyagok, amelyekből egyébként igazolták a kezdeményezés és a megoldásra vonatkozó előzetes elképzelések megalapozottságát. A megvalósításhoz szükséges akciók is megindultak, folyamatban vannak. Az Európai Parlament és a Tanács 2007. márciusában meghozta a végleges döntést az INSPIRE létrehozásáról (INSPIRE, 2007). A metaadatokra és az adatformátumokra vonatkozó szabályzatok előkészítése elkezdődött. Magyar képviselők mind az előkészítésben, mind a megvalósításhoz szükséges akciókban részt vettek.

*b/ Az EU direktíva főbb elemei*

Hét fejezetben került összefoglalásra a legfontosabb adatok (INSPIRE, 2007):

Általános rendelkezések (amelynek fontos része a definíciók: térbeli adat infrastruktúra, térbeli adat, térbeli adat állomány, térbeli adatszolgáltatás, térbeli objektum, metaadat, interoperabilitás, Inspire internetes geo-portal, közszereplők), metaadatok, térbeli adat állományok és adatszolgáltatások interoperabilitása, hálózati szolgáltatások, adathozzáférés, koordináció és kiegészítő intézkedések, záró rendelkezések.

Meghatározásra kerültek az első, második és harmadik körben érintett adatállományok:

- I. melléklet: koordináta vonatkoztatási rendszerek, földrajzi fókusz, földrajzi nevek, közigazgatási egységek, címek, földrésztetek, közlekedési hálózatok, hidrográfia és a védett területek.
- II. melléklet: magassági adatok, felszín borítottság, ortoképek és geológia.
- III. melléklet: statisztikai egységek, épületek, talaj, földhasználat; egészségügy és biztonság; közművek, környezet monitoring, termelés; agrárium és vízkultúra; demográfia és területi egységek; természeti katasztrófa területek; légkör, meteorológia, oceanográfia, tengerek; bio-földrajz, természetes környezet, élővilág; valamint az energiaforrások, ásványvagyon.

A feladatokhoz egyértelmű határidőket rendeltek:

- Törvényi szabályozás: 2009. május 15.

- Jelentés a Bizottságnak a Direktívában foglaltak teljesítéséről: 2010. május 15.
- Metaadatok szabályozása: 2008. május 15.
- Metaadatok előállítása: I. és II. mellékletre 2010, a III. mellékletre 2013.
- Az I. mellékletben foglalt adatok bevonása: 2009. május 15.
- A II. és III. mellékletben foglalt adatok bevonása: 2012. május 15.

*c/ Hazai résztvevők és hozzáférés*

Kormányzati szinten a feladat koordinátora az EU-n belüli gyakorlatnak megfelelően a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, és természetesen több szakterületében érintett minisztérium is. Az országos hatáskörű állami szervezetek közül kiemelt partner a FÖMI és az OMSZ, míg a civil hátteret a HUNAGI szervezete fogja össze.

Az INSPIRE mérföldkövet jelent a térinformációs rendszerek alkalmazásában. Ugyanakkor kritikaként fogalmazhatjuk meg, hogy a geoadatok a nyilvánosságnak csak korlátozottan hozzáférhetők, hogy a nagyfokú komplexitás miatt felhasználási monopóliumok alakulhatnak ki, csökken a verseny, ami a versenyképesség javításában hátrányt jelent. Mindezekkel együtt az világos, hogy nem cél a hozzáférés illetve a verseny korlátozása, és a jó minőségű adatok a világon mindenütt drágák.

### **II.2.3.3. MePAR - Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer**

A MePAR olyan térinformatikai nyilvántartó rendszer, amely az Európai Unió közösségi szabályozásába foglaltaknak megfelelő formában tartja nyilván a területalapú agrár- és vidékfejlesztési támogatásokban résztvevő földterületek adatait. A mezőgazdasági földterületek és parcellák egyértelmű azonosíthatóságát, és adataik digitális, térinformatikai kezelését lehetővé tevő azonosító rendszert a FÖMI hozta létre és működteti Magyarország 2004-es EU csatlakozása óta (Csornai, 2003). A MePAR 200 ezer területalapú támogatásban részesülő gazdálkodó számára biztosítja a támogatható terület mértékének és fizikai határainak rögzítésével a kérelmezéshez szükséges térkép mellékleteket. Ezeket a gazdálkodók fel tudják tüntetni az általuk használt mezőgazdasági parcellákat. A MePAR egyúttal térinformatikai alapú eszköze a kérelmek klasszikus helyszíni illetve távérzékeléses ellenőrzésének.

*a/ A MePAR alapadatai*

A MePAR alapegységei a fizikai blokkok, amelyeket időben állandó, a helyszínen is azonosítható fizikai elemek (pl. út, vasút, erdősáv, stb.) határolnak. A fizikai blokkok átlagos mérete 32 hektár. Egy blokk több mezőgazdasági parcellát is tartalmazhat. Minden fizikai blokk rendelkezik egy alfanumerikus azonosítóval. Emellett hozzá vannak rendelve a teljes blokkra, illetve a támogatható területre vonatkozó adatok is. A térinformatikai rendszer raszteres, vektoros és alfanumerikus alapadatokból áll (*Winkler, 2003*). Az adatbázis térképi elemeinek adatnyerése elsősorban ortofotók felhasználásával történt. Kiegészítő információként (elsősorban a növényi fedettség meghatározásához) egyes esetekben nagy felbontású űrfelvételeket is igénybe vettek.

*b/ A MePAR tematikus rétegei*

Az uniós agrár-környezetgazdálkodási és agrár-vidékfejlesztési intézkedések keretében a gazdálkodók meghatározott korlátozások, technológiai előírások betartása mellett kompenzációs támogatásokban részesülhetnek. A támogatások kérelmezésének és kezelésének támogatására a MePAR kiegészítő tematikus fedvényeket tartalmaz.



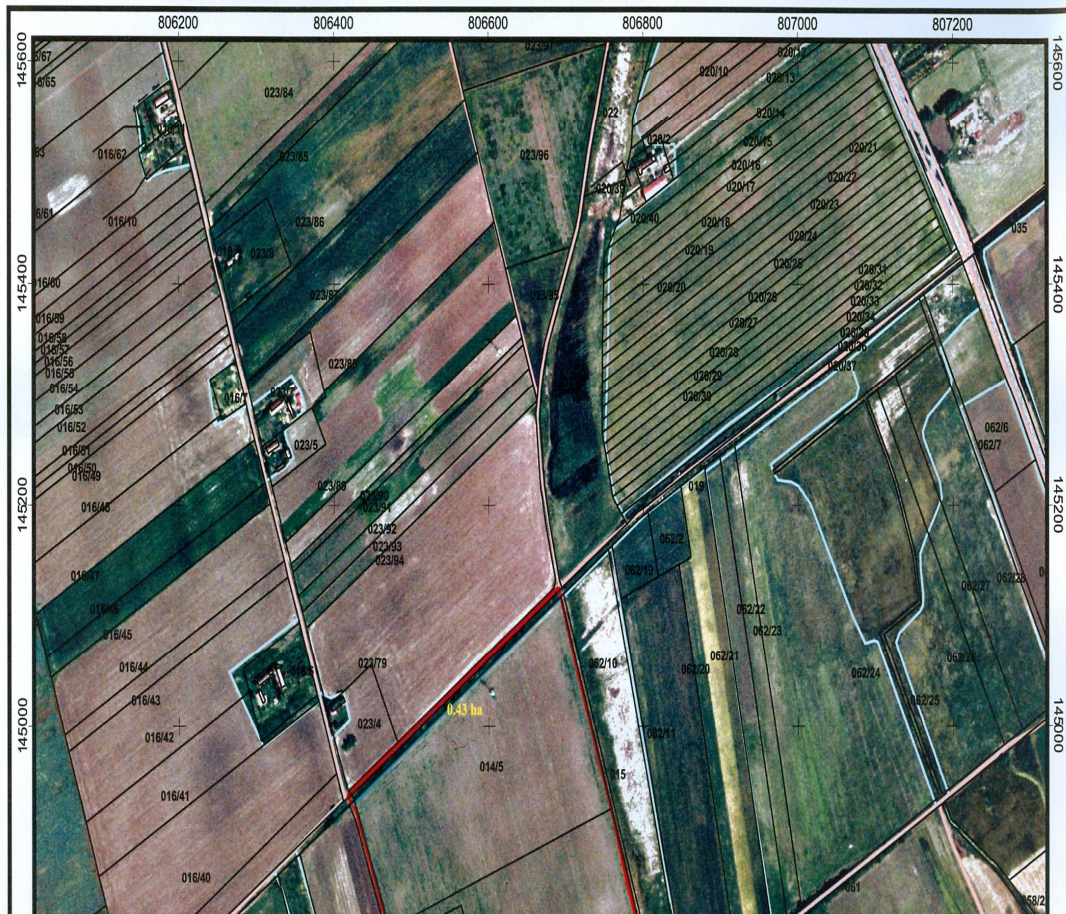
### Egyedi blokkterkép a 2004-es támogatás-igényléshez

Ortofotó alap: 2000-es felvétel

Fizikai blokk azonosítója: **D1e1e-2-00**  
Fizikai blokk összterülete: **19,06 (ha)**  
Fizikai blokk nettó támogatható területe: **18,49 (ha)**  
Jogosult vidékfejlesztési kifizetés kódja:

### Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Hivatal

Ügyfél regisztrációs szám: xxxxxxxxxxxxxx  
Megye: Békés  
Település: Szabadkigyós



## II. 22. ábra: MePAR egyedi blokkterkép

*Forrás: Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Hivatal*

A tematikus rétegek egyeztetett, országosan egységes módszer szerint, térinformatikai műveletek útján származtathatók a MePAR alapadatokból, vagy a Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Hivatal által átadott adatrendszerekből.

A MePAR tematikus rétegei a következők:

- kedvezőtlen adottságú területek – 2004. óta,
- érzékeny természeti területek – 2004 óta,
- sérülékeny vízbázisok – 2005 óta,
- nitrát érzékeny területek – 2005 óta,
- külterületi földrésztének vektoros adatai (tájékoztató jelleggel) – 2006 óta,
- NATURA 2000 területek – 2008 óta,
- meredek (12%-nál nagyobb lejtésű) területeket jelölő tematikus fedvénye.

*c/ Az adatok naprakésztsége és a hozzáférhetősége a MePAR-ban*

A MePAR-ról szóló miniszteri rendelet (115/2003. FVM rendelet) rögzíti a parcella azonosító rendszer adatainak naprakészen tartási kötelezettségét és módját. 2007-ben elkezdődött egy középtávú felújítási program, amely tartalmazza a fizikai blokkok tételes átvizsgálását új nagy felbontású (0,5 méter) színes ortofotókkal és a növényzet azonosítását segítő nagy felbontású (4 ill. 1 méteres) űrfelvételek segítségével. A kialakított program biztosítja a változtatások nyomon követését.

A FÖMI az általa működtetett honlapon üzemeltet egy olyan böngészőt, amely a MePAR-hoz való hozzáférést lehetővé teszi ([www.mepar.hu](http://www.mepar.hu)). A böngészőben akár település, helyrajzi szám szerint megkereshetők a MePAR fizikai blokkjai.

### III. ANYAG ÉS MÓDSZER

#### III.1. FÜGGVÉNYKÖZELÍTÉSEK FOURIER-SOROKKAL

A Fourier-soros képfeldolgozás rövid leírásában (II.2.2.3. pont) már bemutattam, hogy az eljárás alkalmazhatósági és - azzal szoros összefüggésben – minőségi korlátai elsősorban abból származnak, hogy a képfüggvény, valamint a különböző torzításokat és zavarásokat leíró függvények esetenként nem tudnak eleget tenni a Fourier-soros közelítés szigorú feltételeinek (*Álló et al.*, 1989). További gondot jelent, hogy általában nem tudjuk megmondani, hogy mekkora hibával jár, és milyen jellegű változást okoz a képben, ha annak ellenére alkalmazzuk az eljárást, hogy a feltételek egzakt módon nem teljesülnek, illetve nem teljesíthetők (*Székely*, 1994). Ezért van jelentősége az olyan jellegű függvényközelítési eljárások kutatásának, amelyek megteremthetik a matematikai alapjait annak, hogy – a felhasználó szemszögéből nézve - könnyebben teljesíthető feltételek mellett, szélesebb körben alkalmazhassuk a spektrum-alapú digitális képfeldolgozási eljárásokat.

##### **III.1.1. A vizsgálatban szereplő függvénysorok és függvényosztályok**

Vizsgálataimban és kutatási eredményeimben szerepelnek klasszikus (trigonometrikus ill. exponenciális) és általánosított Fourier-sorok, azaz tetszőleges ortonormált rendszerre vonatkozó Fourier-sorok. A Fourier-sorok és az ortonormált függvényrendszerek meghatározása megtalálható például a Matematikai Kislexikonban (*Farkas*, 1979), az általánosított Fourier-sor definíciója pedig (*Kovács K*, 1991) bevezetőjében. Az Hermite-Fourier-sorokkal, illetve a Fourier-Freud-sorokkal végzett kutatásokhoz az említett függvénysorokra vonatkozó alapvető információk összefoglalása olvasható (*Kovács K*, 1995)-ben.

Vizsgálataim során a közelítendő függvények folytonos periodikus és majdnemperiodikus függvényosztályokba tartoznak. Periodikus függvények (általános definícióra nézve lásd pl. Matematikai Kislexikon) közül a legegyszerűbb valós, egyváltozós példák a trigonometrikus függvények. Ilyen függvény például a számegyenes minden pontjában értelmezett  $\sin(x)$  függvény, amelyre teljesül, hogy bármely valós  $x$  és egész  $k$  esetén  $f(x + k \cdot 2\pi) = f(x)$ , ahol  $2\pi$  a függvény periódusa.

A majdnemperiodikus függvényosztály a periodikus függvényosztály kiszélesítése. Ahogy azt a neve is mutatja, ezek a függvények „majdnem” úgy viselkednek, mint egy periodikus függvény (például egy lengő inda súrlódásmentes, ideális esetben), viszont valamilyen szempontból mégsem teljesen. Méréseink javulásával egyre több fizikai, természeti jelenségről bizonyosodik be, hogy olyan jellegű függvényekkel írható le, amely ugyan nem periodikus, de igen kicsi eltéréseket mutat.

A „majdnem periodikusság” mibenléte sokféle szempont szerint megadható. Ezért a matematikában viszonylag sok – egymástól eltérő – definíció terjedt el (*Levitan*, 1953), amelyek hol egyező, hol különböző függvényosztályokat írnak le. Az egyik legáltalánosabban használt definíció szerint (*Besicovitch*, 1954) egy folytonos függvényt „egyenletesen majdnemperiodikus függvénynek” (uniformly almost periodic function) nevezünk, ha tetszőleges  $\varepsilon > 0$  esetén  $\varepsilon$ -periódusainak halmaza

$$E(f, \varepsilon) = \{ p, p \in R, |f(x + p) - f(x)| < \varepsilon \text{ minden } x \in R \}$$

viszonylag sűrű az  $R$ -en, azaz  $E(f, \varepsilon)$ -hez létezik olyan  $L$  szám, hogy a számegyenes minden  $I \subset R, L$ -nél hosszabb intervallumában van  $E(f, \varepsilon)$ -beli elem. Igazolható (pl. egészek körében lefolytatott szimultán approximációval), hogy az

$$f(x) = \sin(x) + \sin(\sqrt{2}x)$$

függvény nem periodikus, de egyenletesen majdnemperiodikus. A kutatásom során használt L-majdnemperiodicitás a fenti definíció erős általánosítása (*Kovács K*, 1993).

### III.1.2. Fourier-soros közelítések konvergencia problémái

Fourier-sorok pontonkénti konvergenciájára nézve közismert, hogy  $C(T)$ -ben alkalmazható L. Carleson tétele (*Carleson*, 1966), amely szerint tetszőleges  $f \in C(T)$  függvény esetén az  $f$  Fourier-sora majdnem mindenütt konvergál  $f$ -hez, de D. Mensov (*Mensov*, 1944) már korábban igazolta, hogy van olyan folytonos függvényt, amelyhez tetszőleges végtelen numerikus sorozat esetén található olyan csak  $f$ -től és a sorozattól függő  $x_0$  pont, hogy a Fourier-sor részletösszegeinek az adott numerikus sor szerinti részsorozata az  $x_0$  pontban divergál. A tételekben  $C(T)$ -vel az egydimenziós tóruszon folytonos függvények halmazát jelöljük (*Kovács K*, 1995).

Egyenletes konvergenciára nézve ismert egyfelől, hogy tetszőleges  $f \in C(T)$  esetén az  $f$  Fourier-sora általában nem lesz egyenletesen konvergens a  $C(T)$ -ben; és ha tekintjük a  $C(T)$ -nek azt a részhalmazát, amelyen a konvergencia egyenletes, akkor egy nehezen kezelhető, nehezen jellemezhető függvényteret kapunk. Kahane és Katznelson (*Kahane et al.*, 1965) mutattak példát olyan  $C(T)$ -beli függvényre, amelynek Fourier-sora egyenletesen tart a függvényhez, de mind az abszolút értékének, mind pedig a négyzetének a Fourier-sora divergens.

Uljanov még 1964-ben (*Uljanov*, 1964) feltette azt a kérdést, vajon tetszőleges folytonos, periodikus függvény esetén létezik-e olyan  $\nu : N \leftrightarrow N$  permutáció, hogy  $f$ -nek  $\nu$  permutációval átrendezett Fourier-sora egyenletesen tart  $f$ -hez, azaz  ${}_{\nu}S_n(f) \rightarrow f$ . Az nyilvánvaló, hogy konvergencia csak az eredeti függvényhez lehet, és az is, hogy a folytonosságot megőrző egyenletes konvergenciát vizsgáljuk.

Az, hogy az egyenletesen ill. lokálisan egyenletesen korlátos ortonormált rendszerekkel foglalkoztam, természetes feltétel, mivel az egyik legfontosabb negatív állítást éppen ezen rendszerekre vonatkozik: Bochkarev tételéből (*Olevskii*, 1975) ugyanis az következik, hogy bármely egyenletesen korlátos ortonormált rendszer esetén létezik olyan folytonos függvény, amelynek ezen függvényrendszer szerinti Fourier-sora divergál legalább egy pontban.

## III.2. TÁJGAZDÁLKODÁS TERVEZÉSE ÁRAPASZTÓ TÁROZÓK TERÜLETÉRE

E gazdálkodási forma lényegében a természeti adottságokhoz kötött, azt is mondhatnánk: a természeti adottságokkal való gazdálkodást jelenti. A termelés nem egy-egy művelési ághoz igazodik, hanem az adott terület élőhelyeit foglalja rendszerbe. Elsősorban olyan területeken javasolt, ahol a termőföldek természeti érzékenysége magas, a gabona, olajos és fehérjenövények termőhelyi adottságai viszont kedvezőtlenek. A gazdálkodás súlypontja a tájfenntartásra (Váradi, 2002), s a hozzá kapcsolható haszonvételekre helyeződik (Nagy, 2006). A várható társadalmi-gazdasági folyamatokra is tekintettel ez az irány mutatkozik a legkedvezőbbnek. A tervezés során e szempont különös figyelmet kapott.

### III.2.1. Természetföldrajzi adottságok a tározók környezetében

#### *A területek elhelyezkedése*

*Nagykunsági tározóterület* a Közép-Tiszavidék mezei régió, Nagykovács kistérség területén belül a Tiszafüred-Kunhegyesi-sík kistérséghez tartozik. A tározó a Tisza bal partján a Nagykovácsi-főcsatorna mentén a 2.82 sz. ártéri öblözlet Tiszabura-Abádszalók között, illetve Tiszagyenda-Kunhegyes alsóbbrendű bekötőút közötti részén helyezkedik el. Észak felé a Tiszafüred-Kunhegyesi-sík szélbarázdált löszös homokkal fedett buckái, nyugatra és kissé délre a Tisza hát kiemelkedései határolják. A tározótól délkeletre laposabb alacsonyabb területek húzódnak. *A szamos-krasznai tározóterület* a Felső-Tiszavidék mezei régió területén belül a Szatmári-sík kistérséghez tartozik, annak ÉNY-i részén helyezkedik el.

#### *Éghajlat*

A mintaterületek mérsékelt meleg-száraz éghajlatú területek. Az évi napfénytartam 1950 és 2000 óra között változik, úgy, hogy a nagykovácsi területek élvezik a több napsütést. A nyári időszakban 780-800, télen 170-190 órán át süt a nap átlagosan. Az

évi átlaghőmérséklet a szamos-krasznai térségben 9,6-9,7 °C, a nagykunsági tározóterületen 9,8-10,2 °C. A hőingadozás mindkét területen magas. A legmelegebb nyári napok átlaga 33,8-34,7 °C körüli; a téli leghidegebb minimumok átlaga pedig -17,5 és -18,5 °C között alakul. A vegetációs időszak átlagos hőmérséklete 16,5-17 °C. A fagymentes időszak a nagykunsági területen 190-197 nap, a szamos-krasznai térségben 178-181 nap. A csapadék évi összege a Szamosnál 610-640 mm közötti, a vegetációs időszakban kb. 350-370 mm. Az ariditási index 1,1-1,15. A vízigényesebb, kevésbé hőigényes szántóföldi és kertészeti kultúrák számára kedvező. A nagykunsági területen az évi csapadék összege 520 és 550 mm közötti, a vegetációs időszakban 320-330 mm. Az ariditási index 1,25-1,35. A csapadék kevés, bizonytalansága nagy, ezért különösen indokolt az öntözéses termesztés.

### *Vízrajz*

*A Nagykunsági tározóterület* önálló vízfolyás nélküli terület, csak belvízcsatornái vannak, amelyek részben a Tisza, részben a Hortobágy-Berettyó felé vezetnek. Szélsőségesen száraz, gyér lefolyású, erősen vízhiányos terület.  $L_f=0,5$  l/s.km<sup>2</sup>;  $L_t=3\%$ ;  $V_h=150$  mm/év. A belvízi csatornahálózat hossza meghaladja a 300 km-t. Szamos (22) tavának nagyobb része mesterséges halastó és tározó (15), 1045 ha összfelülettel. A talajvíz Kunhegyestől Ny-ra 4-6 m között, K-re 2 m felett, máshol 2-4 m között áll. Mennyisége nem számottevő. Kémiai típusa Kunhegyestől D-re kifejezetten nátrium-hidrogénkarbonátos, ami máshol is előfordul kalcium-magnézium-hidrogénkarbonátos foltokkal keveredve. Keménysége is csak a D-i tájrészen nagyobb, ahol gyakran meghaladja a 45nko-ot is, míg északon csak 25-35nko között van. A szulfáttartalom É-on 60mg/l-rel kezdődik, majd D-en 300 mg/l fölé emelkedik. *A szamos-krasznai tározóterület* mérsékelt száraz terület, minimális vízhiánnyal ( $L_f=3$  l/s.km<sup>2</sup>;  $L_t=15\%$ ;  $V_h=20$  mm/év). A nagyvizek fő időszaka a kora nyár, míg a kisvizek ősszel és télen gyakoriak. A terület időszakos belvizeinek levezetését mintegy 1300 km hosszú csatornahálózat biztosítja. Az állóvizek részben holtágak, a folyók mentén (pl. Holt-Kraszna), részben mesterséges tározók és halastavak. A talajvíz mélysége átlag 2-4 m, de a medreket kísérő folyóhátak alatt 4 m mélység alá süllyed. Mennyisége a Szamos és a Kraszna között nem számottevő. Kémiai típusa kalcium-magnézium-hidrogénkarbonátos, keménysége 25nk° alatt van. A rétegvíz mennyisége 1-1,5l/s. A Szamos mértékadó vízhozamának 53%-a van külföldi hasznosításra lekötve.

### **III.2.2. Felhasznált adatforrások és feldolgozási módszerek**

A tározóterületek földhasználatának tervezésében kiinduló adatként felhasznált térinformációs adatok, illetve adatrendszerek közül a legfontosabbak a következők voltak: DTM - digitális terepmodell (*Winkler, 2003*), talajtani-, illetve korábbi és jelenlegi földhasználati adatai, birtokviszonyok.

A digitális terepmodell alapján, a vízborítás függvényében kialakításra kerültek a hasznosítási szintek. Ezt követően a talajjellemzők és a földhasználat figyelembe vételével minden szinthez hozzá lett rendelve az elsődlegesen, illetve másodlagosan javasolt földhasználat. Az adatokból létrehoztam egy földhasználat tervezési mátrixot, amely a lehetséges javaslatok kidolgozását áttekinthetővé teszi.

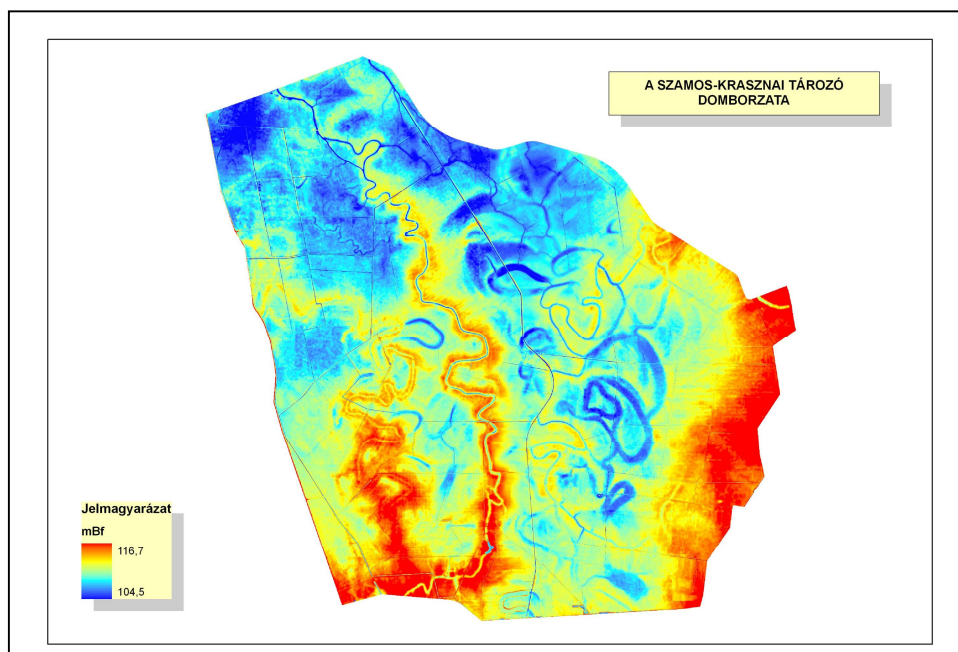
A következőkben röviden bemutatom a felhasznált legfontosabb adatforrásokat.

#### **III.2.2.1. Digitális terepmodell**

A tározó digitális terepmodelljének felépítésekor papír térképekből indultak ki. Az analóg térképek digitális feldolgozásának lépései a következők voltak:

- alaptérképek szkennelése,
- raszter formátumú térképek EOVB-ba transzformálása,
- fontos elemek (pl. vízfolyás, út) vonalas shape állományként való digitalizálása,
- fő-, és mellékszintvonalak, illetve segéd magassági pontok shape állományként való digitalizálása.

A nagyméretű térképlapok digitalizálása térképszelvényenként A0-s méretű szkennerek (Contex Chameleon) segítségével 300 dpi-s felbontással történt. A digitális kép rögzítéséhez és kezeléséhez a MagicPro 8.0 szoftver került alkalmazásra. Az archiválás következő lépése egy olyan georeferált (valós koordináta rendszerbe illesztett) digitális kép készítése volt, amely már közvetlenül a térinformatikai megvalósítást szolgálta. A lejtésviszonyok jellemzésére is alkalmas digitális domborzatmodell a lépcsős terepmodell felépítése után, a magasságpontok interpolációjával készült. A digitális domborzatmodell létrehozásához ArcView Spatial Analyst modult alkalmazták.



III.1. ábra: Szamos-krasznai tározó digitális domborzatmodellje

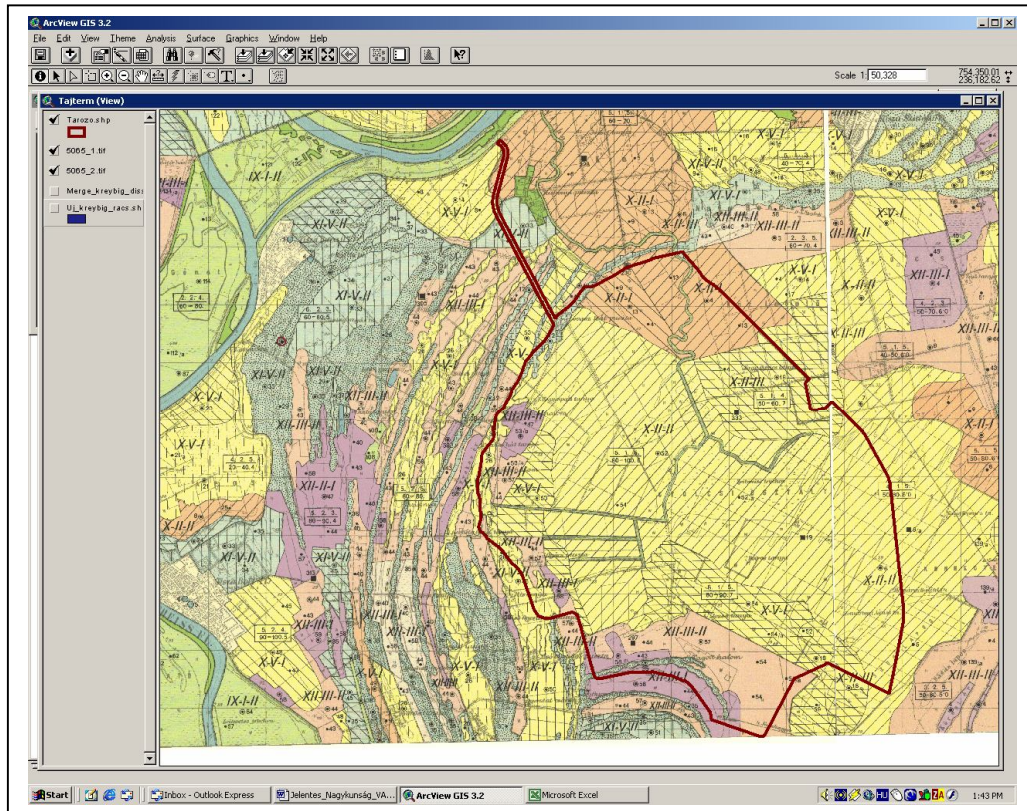
### III.2.2.2. Talajtani és földhasználati adatok

A tározók talajainak talajfizikai jellemzése a Kreybig-féle megközelítés alapján történt. Az 1:25000-es méretarányú Kreybig-féle Átnézetes Talajismereti Térképsorozat - a mindmáig egyetlen, az országot teljes egészében lefedő ilyen jellegű nagyléptékű térképsorozat - területi, pontszerű, mélységi jellegű adatokat tartalmaz (Kreybig, 1955).

A Kreybig-féle térképek térbeli alapegységei az azonos fizika- és kémiai tulajdonsággal jellemzett talajfoltok, illetve az adott talajfoltra vonatkozó, reprezentatív és az adott folt heterogenitását jellemző talajszelvények. A talajfoltok egyrészt területhasználati kategóriákat jelentenek (erdő, település, szántó, stb.), másrészt a mezőgazdaságilag hasznosítható területekre talajfizikai, talajkémiai és a termőrétegre vonatkozó információkat nyújtanak. A talajfoltokhoz a talajok termelési értékét meghatározó attributív adatok tartoznak (pl. a talaj tengerszint feletti magassága, kitettsége, a talajszelvény kémiai és fizikai tulajdonságai, humusztartalma, tápanyagtőkéje, termőréteg vastagsága, stb.).

A Kreybig-féle Átnézetes Talajismereti Térképsorozat térinformatikai adaptációja és reambulációja alapján fejlesztett *Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer* (DKTiR) kidolgozása 1998-ban kezdődött meg az MTA TAKI GIS Laborjában (Szabó et al.

2000). Az eredeti talajfelvételezésnél a talajfűrésok helyének kijelölése terepi megfigyelések és a felvételező gyakorlati tapasztalatai alapján kialakított hálózatban történt.



III.2. ábra: Az archív Kreybig-féle talajtérképek a Nagyunsági tározó környezetében

A referencia szelvények kiválasztása az alábbi szempontok szerint zajlott:

- kémiai és fizikai talajtulajdonság csoportok (Kreybig térképek),
- földhasználati csoportok (CORINE-50 adatbázis),
- növényzet (Légiprojekt 2000 ortofotói alapján),
- megközelíthetőség.

A vizsgált területek múltbeli területhasználatának jellemzéséhez felhasználták az I. illetve II. katonai felmérés papír térképeit, a jelenlegi földhasználatot a Corine Land Cover Felszínborítottsági adatbázis és a Légiprojekt 2000 felvételei, valamint a kataszteri adatok alapján határozták meg.

### III.3. FEJLŐDÉSI ÉS NÖVEKEDÉSI ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATOK KUKORICA TERMŐTERÜLETEKEN

#### III.3.1. A mintaterületek talajtani jellemzése

A hajdúszoboszlói termelési körzet Hajdú-Bihar megyében a Hajdúsági löszháton helyezkedik el. A hajdúszoboszlói termelési körzet talajadottságait genetikus talajtérképek valamint digitalizált genetikus talajtérképre alapozott talajmintavétel alapján jellemezték (Víg et al., 2007). A vizsgált területet alapvetően az I. termőhelyi kategóriába tartozó talajok jellemzik (réti csernozjom talaj: 51,6%, mészlepedékes csernozjom talaj: 29,4%, csernozjom réti talaj: 11,9%), de réti szolonyec talaj (6,3%) és szolonyeces réti talaj (0,8%) is előfordul.

A termelési körzetben alacsony a semleges talajok területi aránya (11,1%), magas a gyengén savanyú (22,2%) és a gyengén lúgos talajok gyakorisága (63,5%). A termelés nagyrészt (81,7%) a humuszban megfelelően és jól ellátott talajokon történik, de hangsúlyozni szükséges, hogy az elmúlt 40 évben (1966-2006) a humuszfogyasztó gazdálkodás eredményeként a talajok humusztartalma szignifikánsan csökkent (Víg et al., 2006). A hajdúszoboszlói talajok döntő többsége (97,6%) nitrogénben közepesen ellátott és csak 1,6% a jó nitrogénellátottságú talajok aránya.

A Hajdúszoboszló térségében előforduló főbb talajtípusok összehasonlító statisztikai értékelése során megállapították (Víg et al., 2008a,b), hogy a talajgenetikai rendszerben egymáshoz közel álló talajtípusok között is lehetnek olyan talajtani különbségek, melyek a tápanyag-utánpótlás módját befolyásolják.

#### III.3.2. Időjárási adatok gyűjtése és a klimatikus paraméterek kiszámítása

A klimatikus adatokat meghatározása helyi méréssel, illetve az Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest által szolgáltatott adatokkal történt. Az agrometeorológiai paraméterek közül a tenyészidőszakban lehullt csapadék, a globálsugárzás alakulása, a

vegetatív és a generatív szakaszban az effektív hőösszegek alakulása lett figyelembe véve. A hasznos hőösszeg (GDD) általános képlete a következő:

$$t_d = \sum_{i=1}^n (\bar{T}_a - T_b)$$

$T_a$  = a napi átlag levegő hőmérséklet;  $T_a = (t_{\min} + t_{\max})/2$

$T_b$  = bázis hőmérséklet;  $T_b = 8 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

A képlet hibája, hogy a hőmérséklet napi eloszlása nem szimmetrikus, ezért a napi minimum és maximumból számított átlaghőmérséklet és a tényleges átlag között jelentős eltérések lehetnek. Az alkalmazott egyenlet segítségével kiküszöbölhető az előbb említett hiba, mert a nap 24 óráját felbontja nyolc, egyenként három órás időtartamra.

Az időtartamok együtthatóinak kiszámítása harmadfokú függvény segítségével történik:

$$t_{\text{mfac}}(i) = 0.931 + 0.114 * i - 0.0703 * i^2 + 0.0053 * i^3$$

A számított hőmérsékletet súlyozza az előállított együtthatóval:

$$t_{\text{tmp}} = t_{\min} + t_{\text{mfac}}(j) * (t_{\max} - t_{\min})$$

Attól függően, hogy milyen magas az aktuális három órás időtartam értéke az egyenlet módosul:

- ha a maximum a bázis hőmérséklet alatt van, a hasznos hőösszeg nulla

$$t_{\max} < t_{\text{base}} \text{ , akkor } dtt = 0$$

- ha a számított időtartam hőmérséklete az optimális tartományon belül van, egy nyolcad súllyal növeli a napi hasznos hőösszeget

$$t_{\text{tmp}} > t_{\text{base}} \text{ és } t_{\text{tmp}} \leq 34 \text{ , akkor } dtt = dtt + (t_{\text{tmp}} - t_{\text{base}}) / 8$$

- ha a három órás időtartam hőmérséklete 34 és 44 fok közé esik, csökkenti a hasznos hőösszeget egy 0,1-1,0 terjedő korrekciós együtthatóval

$$t_{\text{tmp}} > 34 \text{ és } t_{\text{tmp}} < 44 \text{ , akkor } dtt = dtt + (34 - t_{\text{base}}) * (1 - (t_{\text{tmp}} - 34) / 10) / 8$$

- ahol  $dtt$  = hasznos hőösszeg  
 $t_{\text{base}}$  = bázishőmérséklet  
 $t_{\text{tmp}}$  = számított hőmérséklet  
 $t_{\text{max}}$  = napi maximum hőmérséklet  
 $t_{\text{min}}$  = napi minimum hőmérséklet

A Hajdúsági löszháton a kukoricatermesztés szempontjából jó évjáratok (a klímaelemek legalább 75 százaléka a kukoricatermesztés szempontjából kedvező tartományba esik) gyakorisága 39%, a gyenge évjáratok (a klímaelemek kevesebb mint 25 százaléka esik a kedvező tartományba) beesési valószínűsége 7%. A térségben az ökológiai vízhiány várható értéke 100-170 mm, melynek gyakorisága 3-5 év/10 év (*Ángyán*, 1985).

A III.1. táblázatból látható, hogy a vegetációs periódus effektív hőösszege (1377-1660 °C) és átlaghőmérséklete (17,3-18,7 °C) minden évben optimálisnak bizonyult.

Az évi csapadékösszeg 545 és 641 mm között változott, amiből a tenyészidőszakban 348-455 mm csapadék esett. A tenyészidő csapadéka minden évben optimális volt, viszont a 2006-os év kivételével, minden évben alacsony volt a téli félév csapadéka (151, 186 és 224 mm).

A hőösszeg-csapadék arány (2,2-3,0 °C/mm) mindhárom évben az optimum-tartományba esett. A hőösszeg-csapadék arány alapján 2006. (2,5 °C/mm) és 2007. (3,0 °C/mm) a kukorica számára száraz, 2004. és 2005. (2,2-2,3 °C/mm) csapadékos év volt.

A pollenszórás időszakában (július) magas volt az átlagos páratartalom (82,3%) 2005-ben, alacsonyabb volt (70,2 és 73,1%) 2004-ben és 2006-ban, a legalacsonyabb (66,6%) pedig 2007-ben.

	<b>Kedvező értékek</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
Effektív hőösszeg (°C)	1250-1750	1377	1388	1442	1660
A tenyészidőszak átlaghőmérséklete (°C)	16,8-19,0	17,5	17,3	17,6	18,7
A tenyészidőszak csapadéka (mm)	270-410	378	<b>455</b>	348	394
Téli félév csapadéka (mm)	230-310	<b>224</b>	<b>186</b>	237	<b>151</b>
Éves csapadékmennyiség (mm)	500-720	602	641	585	545
Hőösszeg-csapadék arány (°C/mm)	1,9-3,1	2,3	2,2	2,5	3,0
A július átlagos páratartalma (%)	-	70,2	82,3	73,1	66,6

III.1 táblázat: Hajdúszoboszló klímajellemzői a vizsgált években  
(Kék számok: kedvezőtlen értékek)

A kedvező átlagértékek ellenére a lehullott csapadék havi megoszlása a vizsgált években már meglehetősen eltérő, s esetenként kedvezőtlen képet mutat:

- 2004-ben az áprilisi, a májusi és a szeptemberi csapadék alacsonyabb (40, 24 és 30 mm) a júliusi csapadék magasabb (150 mm) volt az optimálisnál.
- 2005-ben a júniusi és a júliusi csapadékmennyiség (64 és 68 mm), a többi hónapban viszont meghaladta az optimum-tartomány felső határát.
- 2006-ban a júniusi és az augusztusi csapadékösszeg meghaladta (84 és 82 mm) az optimum-tartomány felső határát, a szeptemberi csapadékmennyiség viszont alacsonyabb volt (6 mm) mint az optimális tartomány alsó határa.
- 2007-ben gyenge volt az áprilisi és a júniusi csapadékelátottság (1 és 12 mm), magas az augusztusi és a szeptemberi csapadék (160 és 90 mm).

Hónap	Kedvező csapadékmennyiség (mm)	Lehullott csapadékmennyiség (mm)			
		2004	2005	2006	2007
IV.	44-60	<b>40</b>	<b>69</b>	51	<b>1</b>
V	44-70	<b>24</b>	<b>73</b>	63	66
VI.	45-75	68	64	<b>84</b>	<b>12</b>
VII.	50-80	<b>150</b>	68	61	65
VIII.	50-80	65	<b>118</b>	<b>82</b>	<b>160</b>
IX.	40-56	<b>30</b>	<b>63</b>	<b>6</b>	<b>90</b>

III.2. táblázat: A lehullott csapadék havi megoszlása a vizsgált években  
(Kék szám: kedvezőtlen érték)

### III.3.3. Alkalmazott adatforrások és módszerek

Napjainkban már különböző térbeli felbontású és spektrális összetételű távérzékelte adatforrásokat használhatunk a mezőgazdasági és környezetvédelmi célú vizsgálatokhoz.

A elérhető adatállományok alapján eldöntöttük, melyek azok a lehetséges műholdfelvételek, amelyeket a kutatási célokra alkalmazni lehet. Az III.3. táblázat azoknak az adatforrásoknak az alapadatait tartalmazza, amelyeket mezőgazdasági felhasználása indokolt. A területek lehatárolása Trimble ProXH GPS és ArcPad adatgyűjtő szoftver segítségével történt. A vizsgált kultúra egyedi

termesztéstechnológiája miatt (a forgó vetetlen) a mezőgazdasági tábláknak a nettó, növényállománnyal fedett része lett bemérve.

<b>Rendelkezésre álló Landsat-5 TM műholdfelvételek</b>			
<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
05.03.	<b>04.04.</b>	<b>04.23.</b>	<b>04.26.</b>
06.20.	05.31.	05.11.	05.21.
07.22.	06.16.	06.26.	06.22.
<b>08.07.</b>	07.25.	07.12.	07.15.
08.23.	08.10.	08.22.	08.16.
<b>09.08.</b>	<b>09.04.</b>	<b>09.14.</b>	<b>09.17.</b>
	<b>10.06.</b>	<b>10.16.</b>	

III.3. táblázat: Rendelkezésre álló Landsat-5 TM felvételek időpontjai  
(kék szám: a vizsgálatban felhasználásra nem került felvétel)

A térbeli bizonytalanság (2-5 m) a GPSCorrect for Arcpad kiegészítő modul segítségével gyűjtött \*.ssf fájlok utófeldolgozásával csökkent, a pontosság 0.3-0.5 m között volt. Az ArcPad szoftveren alapuló rendszer segítségével \*.shp, \*.jpg, illetve \*.sid formátumban tárolt digitális térképeket tölthettek át kézi számítógépekre, amelyek nagyban megkönnyítették a térképi adatok terepi használatát. Az ArcPad Application Model Builder segítségével a mintavételi, adatgyűjtési útvonal nyomon követésére alkalmas új modul került kifejlesztésre. Definiálták a WGS koordináták EOVB-ba történő transzformációt. A modulban lehetőség van továbbá helyi extra anomáliák (pl. belvízfoltok, gyomfoltok stb.) gyors és hatékony azonosítására, az ezek körüljárásával felvett pontok, poligonok új réteggént történő illesztésére. A modul fejlesztésénél fontos szempont volt, hogy az attributív adatok felvételezését (pl. fajok, fajták) előre definiálták, hogy a terepi adatgyűjtés hatékonyságát növeljék.

<b>Távérzékelte felvétel típusa</b>	<b>Terepi felbontás (m)</b>	<b>Csatornák száma</b>	<b>Csatornák MS (µm)</b>	<b>Visszatérés (nap)</b>
LANDSAT-5 TM	MS: 30m TIR:120m	7	1.: 0,45-0,52 2.: 0,52-0,60 3.: 0,63-0,69 4.: 0,76-0,90 5.: 1,55-1,75 6.: 10,40-12,50 7.: 2,08-2,35	16

III.4. táblázat: A távérzékelte (Landsat-5 TM műholdas) felvételek jellemzői  
Forrás: NASA

### III.3.4. Mintavétel és az értékelés módszere

Kukorica vetőmag előállítás multispektrális analízisére a 2005-2007 időszak adatai alapján került sor a Syngenta Seeds Kft. által integrált területeken Hajdúszoboszló (Hajdú-Bihar megye). A rendelkezésre álló adatokat a III.5. táblázat tartalmazza.

Technológiai adatok	Fenológiai megfigyelések
Alapműtrágya adagja és időpontja	Kelés
Anyavonal vetés ideje	Szögcsíra állapot
Apavonal1 vetés ideje	Vegetatív növekedés időszakában 4-5 megfigyelés (V1-Vx)
Apavonal2 vetés ideje	Anyavonal virágzás 3-4 alkalom
Vetés módja	Apavonal1 címerhányás 3-4 alkalom
Anyavonal tőszám	Apavonal2 címerhányás 3-4 alkalom
Apavonal1 tőszám	Betakarítás kori szemnedvesség
Apavonal2 tőszám	Termésátlag
Gyomirtás ideje, alkalmazott növényvédőszer	
Öntözés időpontja és vízátlag	
Idegenelés időpontja	
Címerezés időintervalluma	
Betakarítás időpontja	

III.5. táblázat: a kukorica vetőmag előállítás vizsgálatához rendelkezésre álló adatok

Az 1960-as évek végétől a távérzékelési értékek, adatok és a valós világ pontosabb kvantitatív és kvalitatív jellemzésére, a felszín spektrális tulajdonságai radiometriai mérőszámokat, indexeket fejlesztettek ki. A mezőgazdaságban használt indexek elsősorban a vörös és közeli infra hullámhossztartomány spektrális jellemzőire épülnek. A fotoszintetikusán abszorbeált aktív sugárzással arányosan az indexek érzékenyek a biofizikai változásokra és megbízhatóan jellemzik egy adott terület, állomány a növekedési, fejlődési dinamikáját, a biomassza mennyiségét, a fajösszetételt. Mezőgazdasági hasznosíthatóságuk sokrétű, a vetés szerkezet meghatározásától kezdve a termésbecslésen át a degradációs- illetve stressz vizsgálatokig sorolhatók.

A vegetációs indexeket több csoportra bonthatjuk:

- arányszámokra (pl. NDVI),
- ortogonális indexekre (Tasseled Cap),
- különbségi indexekre (VI),
- valamint optimalizált, vagy hibrid indexekre (EVI).

A növényi vegetáció állapot felmérésére a legelterjedtebb a közeli infra és a vörös csatornák reflektancia értékeiből számított Normalizált Vegetációs Index (NDVI) (Rouse *et al.*, 1974).

$$\text{NDVI} = \frac{\text{pnir} - \text{pred}}{\text{pnir} + \text{pred}}$$

ahol: pnir =közeli infracsatorna reflektanciája,  
pred = vöröscsatorna reflektanciája.

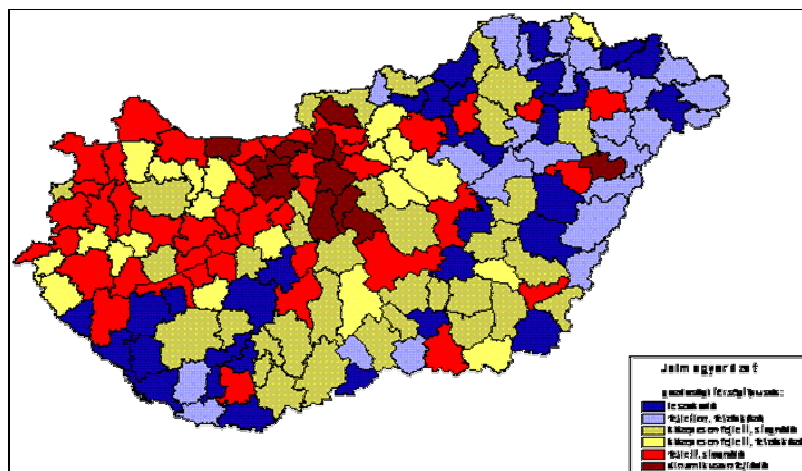
Az NDVI -1 – +1 közötti értéktartományában a dús, egészséges vegetációjú területek értéke 0,2 és 0,8 között van (Mucsi, 2004), de az index értékek kiértékeléséhez szükséges a terepi felvételezések, mintavételek elvégzése is. Az NDVI adatok analízise bizonyítottan megbízható módszer a nettó biomassza értékelésére (Jensen, 2000): lineáris regressziós kapcsolatban van a közvetlen mérhető paraméterekkel (LAI, %-os felszínborítottság) és érzékeny azok változásaira (Fensholt *et al.*, 2004). Ezért az NDVI használata széles körben elterjedt a vegetáció elemzésben, földhasználat értékelésben. Az NDVI értékek esetleges instabilitását a – csekély vegetációval fedett felszínen – a talaj színének, illetve nedvességtartalmának variációjára és a legfontosabb klímaváltozók (csapadék, hőmérséklet, evapotranspiráció, napsugárzás, relatív nedvesség) okozzák.

A statisztikai vizsgálatok SPSS 13.0 programcsomaggal történtek, 5%-os szignifikancia-szinten. A hőösszeg és az NDVI közötti összefüggést évekre bontva, az NDVI és a terméseredmények közötti összefüggést évekre és megfigyelési időpontokra osztva - regresszió-analízissel. Az összefüggések erőssége a korrelációs koefficiens (R) és a determinációs együttható (R<sup>2</sup>) alapján, az összefüggések valódisága pedig a becslés és a maradékértékek variációjának hányadosához (F-próbastatisztika) tartozó szignifikancia-érték alapján értékelhető. Az NDVI és a termés közötti összefüggés csak a 2004-es, 2005-ös és 2006-os évben volt kifejezett, ezért a hibrid-előállítások (kukorica vetőmag-előállítás) közötti különbségek vizsgálata is csak erre az időszakra történt. Az értékeléshez olyan hibrid-előállítások kerültek kiválasztásra, amelyek mind a három évben nagy elemszámmal fordultak elő. A vizsgált változók (kukorica vetőmag-előállítás termésének) és NDVI értékeknek eloszlása normális volt, a változók száma nem érte el a hármat, ezért a középértékek összehasonlítását független kétmintás t-próbával történt. Az NDVI és a termés közötti összefüggést hibrid-előállításonként regresszió-analízissel, majd a korrelációs koefficiens (R) alapján lett értékelve, illetve összehasonlítva.

### III.4. AUTÓPÁLYA-FEJLESZTÉS TERÜLETHASZNÁLATÁNAK VIZSGÁLATA

#### III.4.1. A vizsgált terület leírása

Az M7 autópálya az Ukrajnától Adriáig futó V. Helsinki folyosó közötti eleme (Tánczos, 2005). Vizsgálatom tárgya az utolsóként megépült Balatonkesztesztúr – Nagykanizsa szakasz, amely az erősen leszakadt zalai és somogyi kistérségeken halad át.



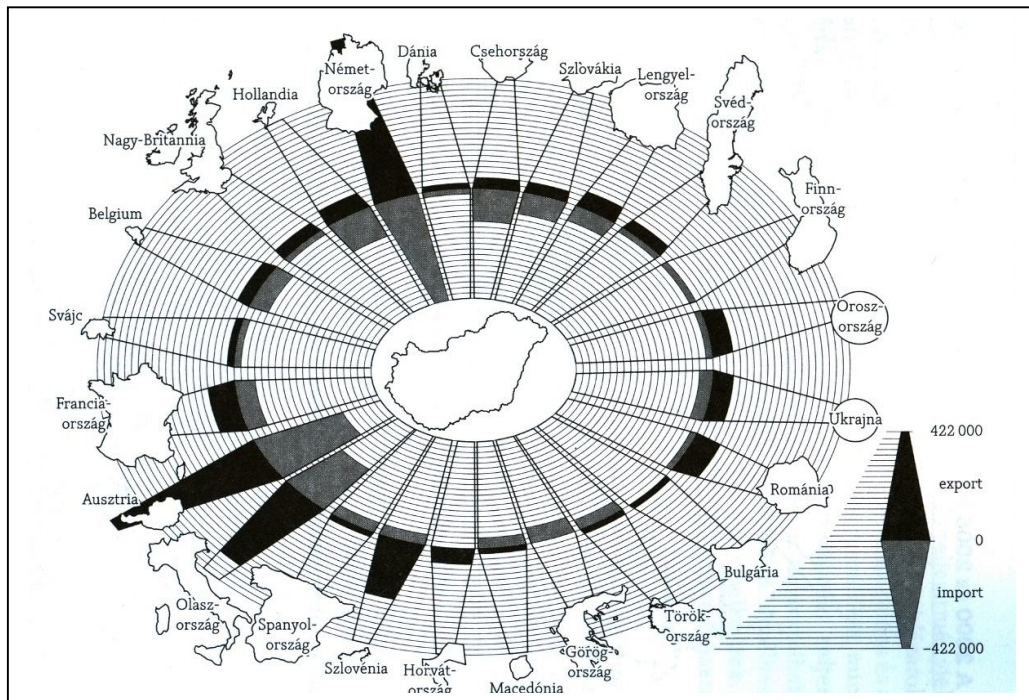
III.3. ábra: Gazdasági térszerkezet alakulása (1998-2002), Forrás: VÁTI

A térség a 19. századi vasútfejlesztések után kedvező fekvése miatt közel száz éven át regionális kereskedelmi központ szerepét töltötte be. Nagykanizsa körüli 200 km-es körön 5 főváros található: Budapest, Pozsony, Bécs, Ljubjana, Zágráb (III.4. ábra).



III.4. ábra: Nagykanizsai térség elhelyezkedése (saját szerk.)

A térséget átszelő két nemzetközi vasútvonal, Dunántúl egyetlen regionális nemzetközi repülőtere (Sármellék), a tíz országos logisztikai központ egyike (Nagykanizsa – Zalakomár), az ország egyik legjelentősebb hazai- és idegenforgalmi területe: a Balaton és térsége (Zalakaros, Kis-Balaton, Keszthely) autópályával kiegészülve – a rendszerelemek közötti szinergiára építve – komoly térségfejlesztő potenciált jelentenek.

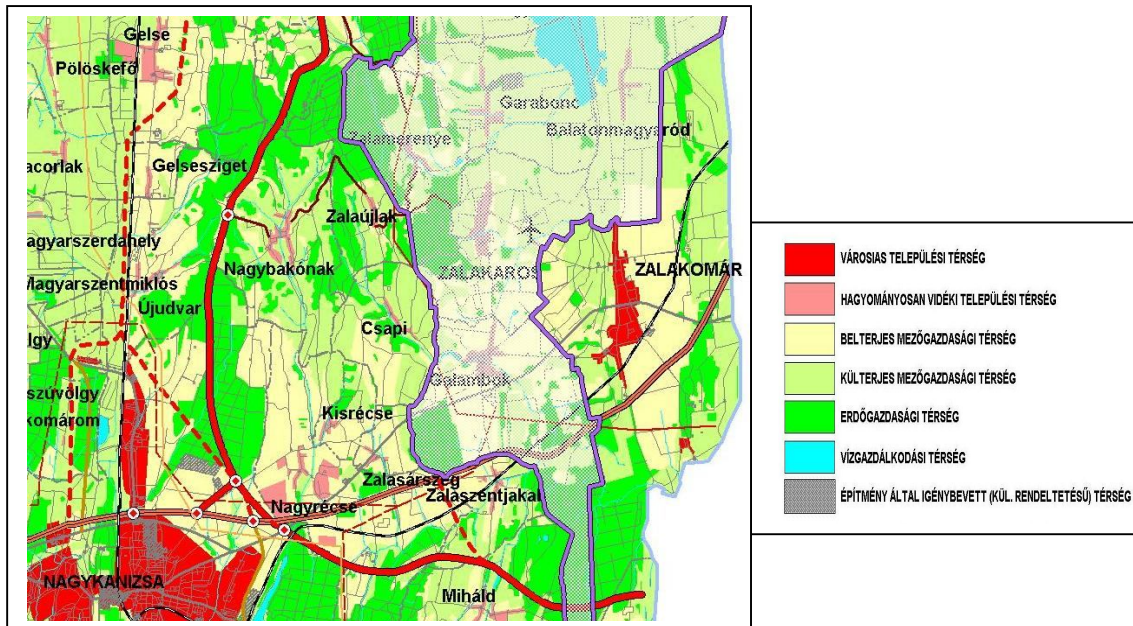


III.5. ábra: Magyarország export-import forgalma a közúti áruforgalomban az európai országokkal az 1990-es évek végén. *Forrás (Michelberger, 2005a)*

A térségen keresztül bonyolódik le hazánk közúti export-import forgalmának igen jelentős része (lásd III.5. ábra). Az autópályahálózat fejlesztésére készülve 2005-ben elkészült Zala megye területrendezési tervjavaslata, amely tartalmazza a legfontosabb természeti és társadalmi paraméterek helyhez kötött adatai és térképi megjelenítését.

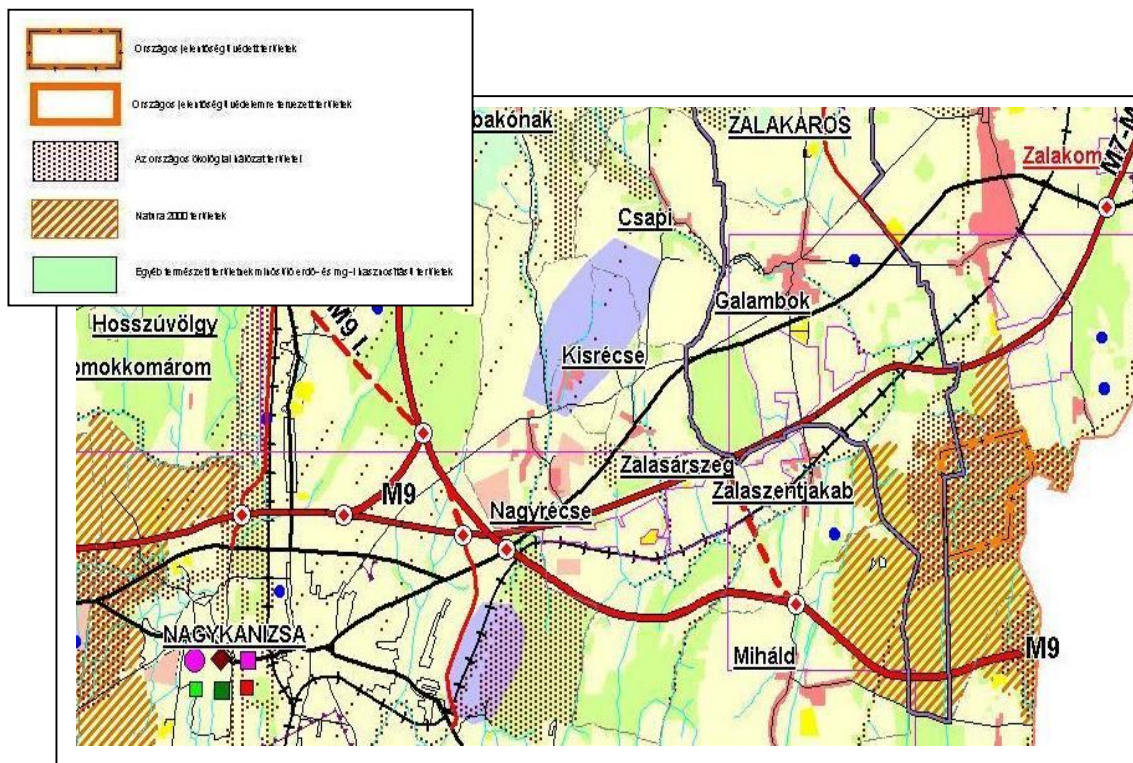
A Kis-Balaton védett természeti területe, Natura 2000-be tartozó térrészek, valamint a somogyi szakaszon szinte végig és a zalai szakasz jó részén védett, illetve fokozottan sérülékeny vízbázisok szabtak korlátot az autópályanyomvonalának.

Az autópályaeépítés egyfelől maga is területhasználattal jár, kilométerenként mintegy 12ha és 20ha közötti nagyságban – a forgalmi csomópontok, vadátjárók, pihenők, stb. gyakoriságától, a rézsík meredekségétől és a védőterületek szélességétől függően. Ez az adott terület vonatkozásában közvetlen változást jelent. A rendszerváltás óta megindult infrastrukturális beruházások volumene már érzékelhető az ország területhasználati arányaiban, ahogyan ezt a II.1. 2. b/ valamint f/ pontjában már említettem.



III.6. ábra: Zala megye térségi szerkezeti terve (Forrás: Zala megye TRT 2005)

Az autópálya nyomvonalával érintett földterület jelentős része belterjes mezőgazdasági vagy erdőgazdasági térség. Ezeken áthaladva az autópálya szükségképpen változást hoz a birtokszerkezetben és a földhasználatban. A bekövetkező változásokat a következő években folyamatos monitoringgal szükséges lenne figyelemmel kísérni és kiértékelni, illetve összevetni korábban épült szakaszok menti változásokkal.



III.7. ábra: Védett területek az M7-es és a tervezett M9-es autópályák mentén (Forrás: Zala megye TRT 2005)

### **III.4.2. A területhasználat mérésére felhasznált adatok és feldolgozási módjuk**

A vizsgált terület az M7 autópálya Balatonkeresztúr és Nagykanizsa közötti szakasza (a 173,35 km és a 206,20 km közti pályaszakasz) által érintett földterület.

#### **III.4.2.1. A területhasználattal kapcsolatos tervezési adatok és feldolgozási módjuk**

A kiindulási adatok egy része papír alapú terv- és tender dokumentációk valamint a 3 kivitelező építési (illetve kivitelezési) tervei, amelyeket a Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. bocsátott rendelkezésünkre kutatási céllal. Az előkészítés során több tervezési módosítás és szakaszhatár-váltás volt, ezért nehezen lehetett találni a területhasználatra vonatkozó összesíthető vagy összehasonlítható adatokat.

A felhasznált dokumentumok:

- 1.M7 Balatonszárszó-Országhatár szakasz – Engedélyezési terv - Részletes környezeti hatástanulmány – Műszaki leírás IV. szakasz (170+765 – 187+485), 2001. augusztus
- 2.M7 Balatonszárszó-Országhatár szakasz – Engedélyezési terv - Kiegészítő környezeti hatástanulmány – Műszaki leírás IV szakasz (170+765 – 187+485), 2001. szeptember
- 3.M7 Balatonszárszó-Országhatár szakasz – Engedélyezési terv - Részletes környezeti hatástanulmány – Műszaki leírás V-VI szakasz (187+485 – 218+227), 2001. augusztus
- 4.M7 Balatonkeresztúr-Nagykanizsa (170+700 – 206+200 km) autópálya szakasz módosított engedélyezési és kivitelezési terveinek elkészítése és az építési engedélynek megfelelő kivitelezése tárgyában megküldött ajánlattételi felhívásban hivatkozott Ajánlatkérési dokumentáció 1. k. – Útmutatások az ajánlattevők részére, 2006. február
- 5.M7 Balatonkeresztúr-Nagykanizsa (170+700 – 206+200 km) autópálya szakasz módosított engedélyezési és kivitelezési terveinek elkészítése és az építési engedélynek megfelelő kivitelezése tárgyában megküldött ajánlattételi felhívásban hivatkozott Ajánlatkérési dokumentáció 4.a.– Mennyiségi kimutatás tételeinek leírása, 2006. február
- 6.M7 (170,7 – 206,2 km) Balatonkeresztúr-Nagykanizsa között – Építési engedélytől való eltérés terve – Környezetvédelmi engedély módosítását megalapozó munkarész, 2007.08.07
- 7.M7 Balatonkeresztúr-Nagykanizsa (170+700 – 206+200 km) – Balatonkeresztúr – Sávoly (170+700–182+000 km) között – Építési terv–Lehatárolási terv, 2005.augusztus

8.M7 Balatonkersztúr-Nagykanizsa (170+700 – 206+200 km sz.) – Sávolly – Zalakomár (182+000 – 193+300 km) között – Építési terv – Lehatárolási terv, 2005. augusztus

9.M7 Balatonkersztúr-Nagykanizsa (170,7 – 206,2 km) – M7 Zalakomár - Nagykanizsa (193,3 – 206,2 km szelvény) – Kiviteli terv – Lehatárolási terv, 2006. február

Első lépésben kiszámoltam az 1.-6. dokumentumok rendelkezésre álló tételes adataiból, a mennyiségi kimutatások összesítésével, valamint összesített értékek felhasználásával a területhasználat egészére ugyan nem, de az alábbi lényegesnek tekinthető területhasználati elemekre vonatkozó mennyiségeket sikerült meghatároznom.

A földmunkákkal érintett területekre vonatkozó tervezési értékek:

- Környezeti hatástanulmány műszaki leírásai (1.-3. dok. 2001.aug.) alapján:  
170,765 – 187,485 km között: 849 555 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 5,08 ha/km  
187,485 – 206,015 km között: 533 200 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 2,88 ha/km  
Összesen (170,765-206,015): 1 382 755 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 3,92 ha/km.
- Ajánlatkérési dokumentációk (4.-6. dok. 2005.decemberi állapot) alapján:  
182,000 – 193,300 km között: 419 199 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 3,71 ha/km  
193,300 – 206,200 km között: 287 274 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 2,23 ha/km  
Összesen (182,000-206,200): 706 473 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 2,92 ha/km.
- Ajánlatkérési dokumentációk (4.-6. dok. 2006.májusi állapot) alapján:  
182,000 – 193,300 km között: 491 337 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 4,35 ha/km  
193,300 – 206,200 km között: 286 274 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 2,22 ha/km  
Összesen (182,000-206,200): 777 611 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 3,21 ha/km.

A fenti dokumentumokban a „földmunkák” alatt alapvetően a földmozgatással járó műveleteket kell érteni, tehát ez a teljes földhasználatnak csak kis része.

A terület-előkészítés során erdő-, bozót-, cserje- és nádirtás tervezett mértéke:

- Környezeti hatástanulmány műszaki leírásai (1.-3. dok. 2001.aug.) alapján:  
170,765 – 187,485 km között: 668 800 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 4,00 ha/km  
187,485 – 206,015 km között: 533 200 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 2,88 ha/km  
Összesen (170,765-206,015): 1 202 000 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 3,41 ha/km.
- Ajánlatkérési dokumentációk (4.-6. dok. 2005.decemberi állapot) alapján:  
182,000 – 193,300 km között: 321 420 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 2,84 ha/km  
193,300 – 206,200 km között: 325 270 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 2,60 ha/km  
Összesen (182,000-206,015): 646 690 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 2,67 ha/km.

- Ajánlatkérési dokumentációk (4.-6. dok. 2006.májusi állapot) alapján:  
182,000 – 193,300 km között: 345 768 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 3,01 ha/km  
193,300 – 206,200 km között: 768 278 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 5,96 ha/km  
Összesen (182,000-206,015): 1 114 046 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 4,60 ha/km.

Mind a földmunkák, mind a terület-előkészítés esetében igen nagy eltérések láthatóak az értékekben, különösen a növényirtásnál feltűnő mértékű az ingadozás (2005-re a 2001-ben tervezettnek 78%-ára csökkent, majd 2006-ra 135%-ára emelkedett érintett területek nagysága). Az eltérések főként tervezési előírások változására vezethetőek vissza.

A közlekedési szempontból hasznos tervezett útfelület (pálya és csatlakozó utak):

- Környezeti hatástanulmány műszaki leírásai (1.-2. dok. 2001.aug.) alapján:  
170,765 – 187,485 km között: 449 275 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 2,66 ha/km  
187,485 – 206,015 km között: 354 062 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 1,91 ha/km  
Összesen (170,765-206,015): 803 337 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 2,28 ha/km.
- Ajánlatkérési dokumentációk (4.-6. dok. 2005.decemberi állapot) alapján:  
182,000 – 193,300 km között: 289 050 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 2,56 ha/km  
193,300 – 206,200 km között: 332 205 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 2,58 ha/km  
Összesen (182,000-206,200): 621 255 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 2,57 ha/km.
- Ajánlatkérési dokumentációk (4.-6. dok. 2006.májusi állapot) alapján:  
182,000 – 193,300 km között: 286 785 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 2,53 ha/km  
193,300 – 206,200 km között: 325 915 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 2,53 ha/km  
Összesen (182,000-193,300): 612 700 m<sup>2</sup>, azaz átlagosan 2,53 ha/km.

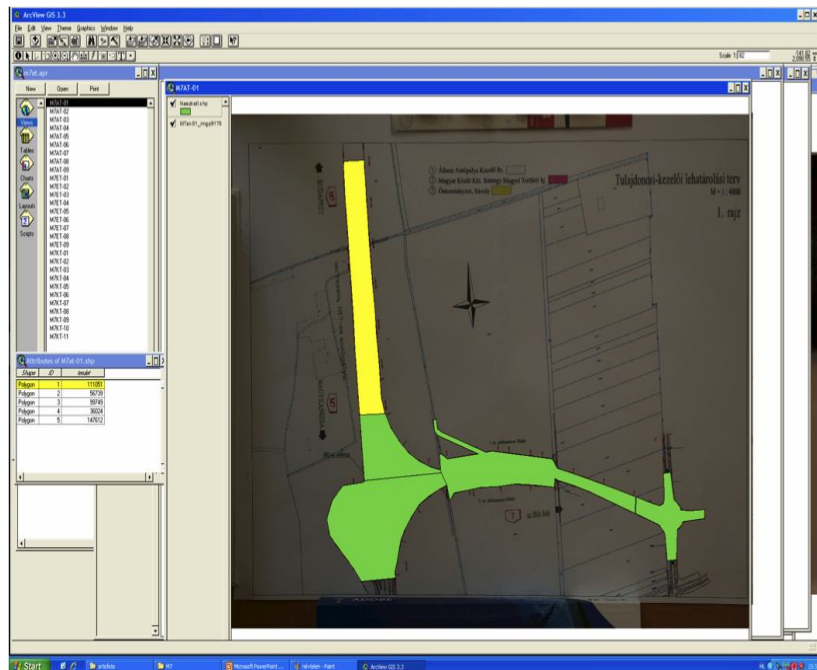
A műszaki tervdokumentációkat áttanulmányozva meg kellett állapítanom, hogy az igen részletes anyagok ellenére, a számszerű adatokból az autópálya-építés során tervezett földhasználat összértéke nem határozható meg. Csupán részleges eredményeket kaptam a területhasználat egyes elemeire vonatkozóan.

Ennek számos, a tervezési folyamattal összefüggő okai is voltak, például:

- a tervezés során a szakaszhatárok változtak,
- az egyes térhasználati elemekre vonatkozó adatok csak a szakasz egészére voltak megadva, ezért a szakaszváltozások után értékük csak becsülhető volt,

- az adatok döntő része térfogatiadat,
- a legutolsó fázisban „rövid időn belül végrehajtandó műszaki változások” történtek, amelyek már nem kerültek átvezetésre a dokumentációkban, így hatásaik csak becsülhetőek: „Az építési engedélyhez képest az elválasztósáv, ill. ennek megfelelően a koronaszélesség csökkenése [5,0 méterről 3,6 méterre, ill. 28 méterről 26,6 méterre], ill. meredekebb rézsűk építése [1:1,5 helyett 1:2] az autópálya által igénybe vett területek csökkenését eredményezi, ami nagyvonalú számítással 11-12% csökkenést jelent” (lásd a 6. dokumentum 4. és 5. oldala).

Második lépésben a területhasználat tervezett mértékét az építési tervek „Lehatárolási terveiből” (7.-9. dokumentumok) határoztam meg úgy, hogy először archiváltam az egyes lapokat, majd ArcViewGIS programban EOVB-ba transzformáltam (III.8. ábra).



III.8. ábra. Területhasználat-mérés M7 Lehatárolási terven ArcViewGIS-ben

### III.4.2.2. Távérzékelte adatok és felhasználásuk a tényleges területhasználat meghatározására

A tényleges területhasználat meghatározását a területről készült közepes és nagy felbontású műholdfelvételek, valamint nagy felbontású ortofotók alapján végeztem. Az alábbi feltételeket a FÖMI bocsátotta rendelkezésemre, kutatási célra:

### **IRS-P6 LISS-III (IRS-P6)**

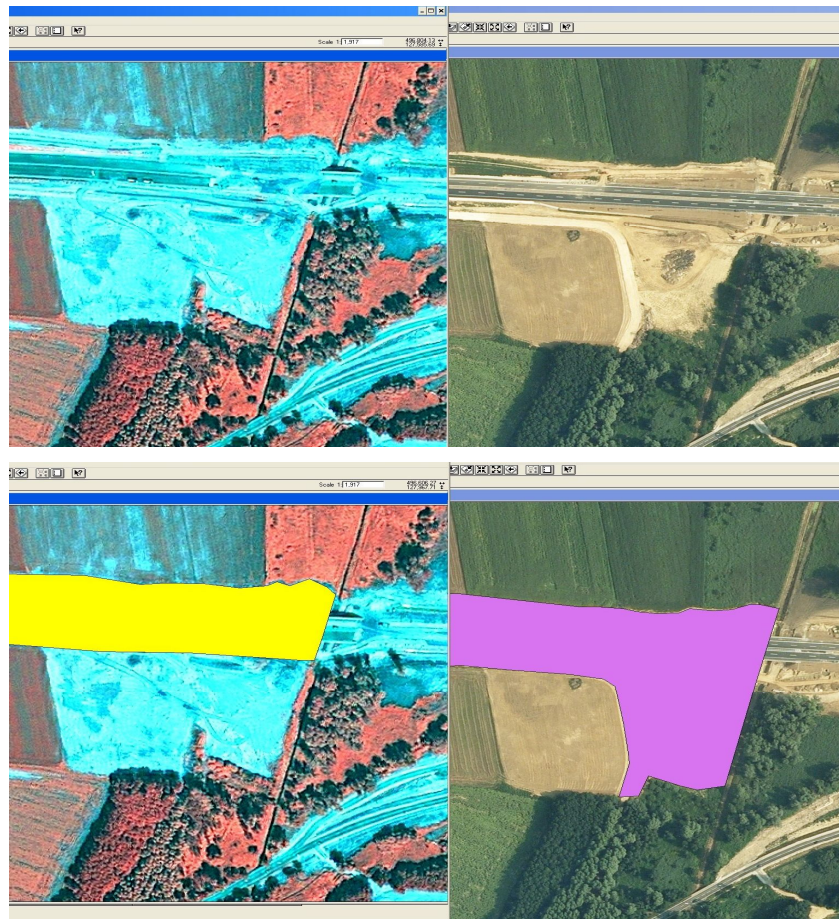
Pályamagasság: ~817 km, Inklináció: 98,7 fok, Felbontás: 20x20 méter, Sávok száma: 4  
B1: 0,52 – 0,59  $\mu\text{m}$ , B2: 0,62 – 0,68  $\mu\text{m}$ , B3: 0,77 – 0,86  $\mu\text{m}$ , B4 1,55 – 1,70  $\mu\text{m}$

### **IKONOS**

Pályamagasság: ~681km, Inklináció: 98,1fok, Felbontás: Multi 4m, Pan 1m, Sávok: 4+1  
B1: 0,445 – 0,516 $\mu\text{m}$ , B2: 0,506 – 0,595 $\mu\text{m}$ , B3: 0,632 –0,698 $\mu\text{m}$ , B4: 0,757 – 0,853 $\mu\text{m}$ ,  
P: 0,526 – 0,929  $\mu\text{m}$ , Időpont: 2008.06.11. és 18.

### **Ortofotó-2008 (Orto)**

Repülési magasság: 5800-6200m, Kamera: Vexcel UltraCamX, FocalLenght:100,5 mm  
Ground Sample Distance: 50 cm, Időpont: from 01/06/2008



III.9. ábra. Eltérések az M7 földhasználat-mérésben az IKONOS (bal) és Orto (jobb) távérzékelte képek kiértékelése során

A műholdas felvételek közül az IKONOS felvétel csak az autópálya 173,350 km-étől áll rendelkezésre, ezért a vizsgálatokat az építés e szakaszától végeztem. A terület elemeket ArcViewGIS szoftverrel mértem meg. Az autópálya-építés során ténylegesen igénybevett területek határait a képeken vizuális érzékelés útján határoztam meg.

## IV. EREDMÉNYEK

### IV.1. FÜGGVÉNYKÖZELÍTÉSEK FOURIER-SOROKKAL

A következőkben be kívánom mutatni azokat a vizsgálatokat és eredményeket, amelyeket kutatásaim során folytonos, illetve majdnemperiodikus függvények Fourier-soros, Hermite-Fourier-soros, illetve általában ortogonális soros közelítései területén elvégeztem, illetve elértem.

#### IV.1.1. Folytonos függvények egyenletes közelítése Fourier-sorral

Ahogy a III.1.2. pontban írtam: Uljanov még 1964-ben (*Uljanov*, 1964) feltette azt a kérdést, vajon tetszőleges folytonos, periodikus függvény esetén létezik-e olyan  $\nu : N \leftrightarrow N$  permutáció, hogy  $f$ -nek  $\nu$  permutációval átrendezett Fourier-sora egyenletesen tart  $f$ -hez, azaz  ${}_{\nu}S_n(f) \rightarrow f$ . Hosszú ideig E. Busko (*Busko*, 1970) negatív eredményei szinte lezárták a további kutatásokat. Az első lényeges pozitív eredményt 1986-ban Révész érte el (*Révész*, 1990), aki megmutatta, hogy tetszőleges  $f \in C(T)$  esetén létezik olyan  $f$ -től függő  $n_k$  sorozat és  $\nu$  permutáció, hogy a  $\nu$  permutációval átrendezett Fourier-sor részletösszegeinek  $n_k$  menti részsorozata egyenletesen tart az  $f$ -hez. A következő tételben Révész eredményét folytatva, először folytonos függvény ortonormált függvényrendszerek szerinti Fourier-sorára vonatkozólag bizonyítottam egyenletes konvergenciát. A tételben szereplő matematikai fogalmak és a részletek megtalálhatóak a hivatkozásban (*Kovács K*, 1991).

#### 1. Tétel

Legyen  $\Phi = (\varphi_n), (n \in N)$  egy ortonormált függvényrendszer egy  $I$  intervallumon, az alábbi tulajdonságokkal:  $\Phi$  egyenletesen korlátos, „quasi matrix” rendszert alkot és normálisan szummázható.

Ekkor bármely  $f \in C(I) \cap L_2(I)$  függvényhez létezik olyan  $\nu : N \leftrightarrow N$  permutáció és olyan  $\{K_i\}, K_i \rightarrow \infty, i \rightarrow \infty$  numerikus sorozat, hogy az  $f$ -hez tartozó  $\Phi$  szerinti

Fourier-sor  $\nu$  szerinti átrendezés után képzett részletösszeg-sorozatának  $K_i$  szerinti részsorozata egyenletesen konvergál  $f$ -hez.

### 1/L.Tétel (lokális verzió)

Legyen  $\Phi = (\varphi_n), (n \in N)$  egy ortonormált függvényrendszer egy  $I$  intervallumon, az alábbi tulajdonságokkal:  $\Phi$  lokálisan egyenletesen korlátos (azaz  $I$ -nek bármely zárt részintervallumán egyenletesen korlátos a részintervallumtól függő korláttal), „quasi matrix” rendszert alkot az  $I$  intervallum bármely zárt részintervallumán és normálisan szummázható az  $I$ -n,

Ekkor bármely  $f \in C(I) \cap L_2(I)$  függvényhez létezik olyan  $\nu : N \leftrightarrow N$  permutáció és olyan  $\{K_i\}, K_i \rightarrow \infty, i \rightarrow \infty$  numerikus sorozat, hogy az  $f$ -hez tartozó  $\Phi$  szerinti Fourier-sor  $\nu$  szerinti átrendezés után képzett részletösszeg-sorozatának  $K_i$  szerinti részsorozata lokálisan egyenletesen konvergál  $f$ -hez.

## IV.1.2. Folytonos függvények egyenletes közelítése ortogonális sorokkal

A következőkben a tételket további általánosításként kiterjesztettem Legendre polinomok szerinti sorfejtésre (Kovács K., 1991), valamint az Hermite-Fourier, illetve Freud-sorokra (Kovács K., 1995), bebizonyítva, hogy azokra nézve is található olyan átrendezés, amelyet követően a részletösszegeknek létezik olyan részsorozata, amelyik konvergens a megfelelő normában.

### 2. Tétel

Bármely  $f(x) \in C(R) \cap L_\infty^*(R) \cap L_2^*(R)$  függvényhez létezik olyan  $\nu : N \leftrightarrow N$  permutáció és olyan  $\{K_i\}, K_i \rightarrow \infty, i \rightarrow \infty$  numerikus sorozat, hogy az  $f$ -hez tartozó Hermite-Fourier-sor  $\nu$  szerinti átrendezés után képzett részletösszeg-sorozatának  $K_i$  szerinti részsorozata egyenletesen konvergál  $f$ -hez a \*- normában.

### 3/A. Tétel

Legyen  $1 < \alpha \leq 3$  rögzített. Bármely  $f(x) \in C(R) \cap L_{\infty, \alpha}^*(R) \cap L_{2, \alpha}^*(R)$  függvényhez létezik olyan  $\nu : N \leftrightarrow N$  permutáció és olyan  $\{K_i\}, K_i \rightarrow \infty, i \rightarrow \infty$  numerikus sorozat

(mindkettő csak  $f$ -től és alfától függ), hogy az  $f$ -hez tartozó alfa paraméteres Fourier-Freud-sor  $\nu$  szerinti átrendezés után képzett részletösszeg-sorozatának  $K_i$  szerinti részsorozata egyenletesen konvergál  $f$ -hez a \*-normában.

### 3/B. Tétel

Legyen  $3 < \alpha$  rögzített. Bármely  $f(x) \in C(R) \cap L_{\infty, \alpha}^*(R) \cap L_{2, \alpha}^*(R)$  függvényhez létezik olyan  $\nu : N \leftrightarrow N$  permutáció és olyan  $\{K_i\}, K_i \rightarrow \infty, i \rightarrow \infty$  numerikus sorozat (mindkettő csak  $f$ -től és alfától függ), hogy az  $f$ -hez tartozó alfa paraméteres Fourier-Freud-sor  $\nu$  szerinti átrendezés után képzett részletösszeg-sorozatának  $K_i$  szerinti részsorozata lokálisan egyenletesen konvergál  $f$ -hez a \*-normában.

## IV.1.3. Majdnemperiodikus függvények közelítése Fourier-sorral

Periodikus függvényekre vonatkozó tételek kiterjesztéseként Révész (Révész, 1990) igazolta, hogy bármely  $f$  egyenletesen majdnemperiodikus függvényhez létezik olyan  $\nu : N \leftrightarrow N$  permutáció és olyan  $\{K_i\}, K_i \rightarrow \infty, i \rightarrow \infty$  numerikus sorozat, hogy az  $f$ -hez tartozó Fourier-sor  $\nu$  szerinti átrendezés után képzett részletösszeg-sorozatának  $K_i$  szerinti részsorozata lokálisan egyenletesen konvergál  $f$ -hez. Vizsgálataimat jóval általánosabb körben, Levitan (Levitan, 1953) által definiált (később róla elnevezett) L-majdnemperiodikus függvényosztályban végeztem. A korábban vizsgált majdnemperiodikus függvényeknek egy erőteljes általánosítása. Ezen a bővebb halmazon sikerült igazolnom az alábbi approximációs tételt (Kovács K., 1993):

### 4. Tétel

Bármely  $f$  korlátos, véges dimenziós L-majdnemperiodikus függvényhez létezik olyan  $\nu : N \leftrightarrow N$  permutáció és olyan  $\{K_i\}, K_i \rightarrow \infty, i \rightarrow \infty$  numerikus sorozat, hogy az  $f$ -hez tartozó Fourier-sor  $\nu$  szerinti átrendezés után képzett részletösszeg-sorozatának  $K_i$  szerinti részsorozata lokálisan egyenletesen konvergál  $f$ -hez.

Megjegyzem, hogy amennyiben a függvény egyenletesen majdnemperiodikus, akkor a konvergencia is egyenletes lesz.

## IV.2. TÁJGAZDÁLKODÁS TERVEZÉSE ÁRAPASZTÓ TÁROZÓK TERÜLETÉRE

Amint azt a II.1.3.2. pontban már hangsúlyoztuk, jelentősége miatt most megismételjük: Az árapasztó tározók területén történő tájgazdálkodás tervezése során a cél nem elsősorban vizes élőhelyek kialakítása és állapotuk fenntartása, megőrzése, hanem az ártér (adott esetben a tározótér, de lehetőség szerint az öblözetnek a tározóval nem érintett része is) térszintjeinek megfelelő természetközeli, megkülönböztetett tájgazdálkodási rendszer kialakítása.

### IV.2.1. A tározóterületek földhasználatának elemzése

#### IV.2.1.1. Tagoltság

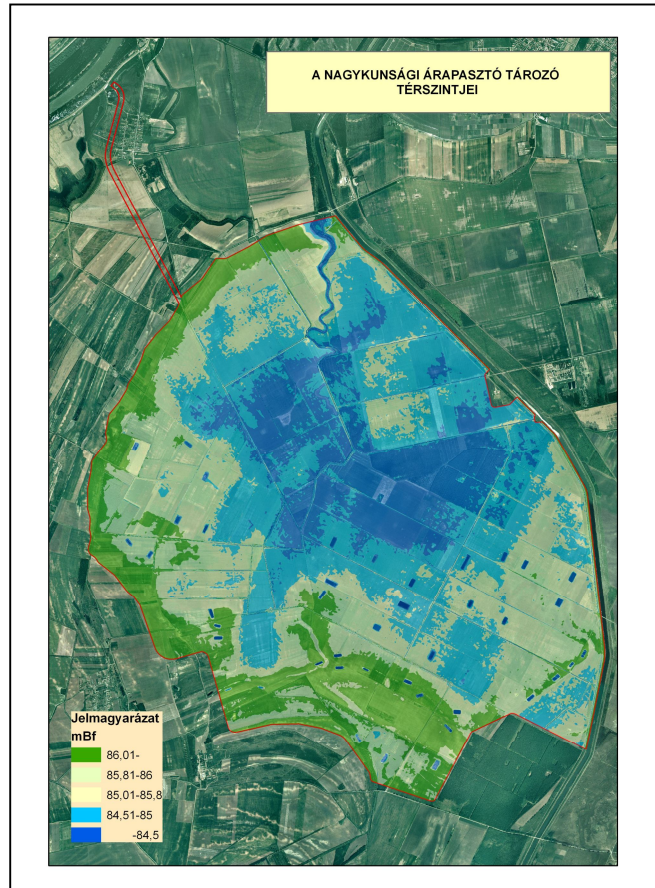
*A nagykunsági tervezett tározó* az egykori Mírhó-fok öblözetében fekszik. Maga a kistáj 84 és 94 mBf magasságú, szintkülönbségei viszonylag nagyok. A 84-86 mBf magasságú ártéri síkok és a 88-90 mBf felé emelkedő szélbarázdált homokfelszín között jelentős, a természetes áradások lehetséges vízjátékát meghaladó szintkülönbség van. A tározó területén a legmagasabb szint 90 mBf körül alakul, míg a legalacsonyabb szint 82,5 mBf. A legmagasabb szintek a tározó déli és északnyugati sarkaiban illetve a tározó peremén találhatóak, míg a legmélyebb szintek a talajjavító gödrökben fordulnak elő.

A tározó térszintek szerinti megoszlása:

- mélyártér 85 mBf alatt,
- alacsony ártér 85 és 85,8 mBf között,
- magas ártér 85,8 mBf felett.

A tározó felszíne sík, területének legnagyobb hányada 84,5-87,00 m Bf. körüli magasságban helyezkedik el. Felszíne megfelelően tagolt, befelé enyhén lejt. A tározó keleti oldala viszonylag lapos, a jellemző magasságok 85.8 – 86 mBf alakulnak; a nyugati és a déli oldalon 90 mBf körüli magasságú, természetes gátként magasodó buckák sorakoznak. Középtájon 85 mBf magasságú síkság terül el, mely fokozatosan emelkedik a tározó pereme felé. A tározó tér középső részén egy 84,5-85 mBf. körüli

medence húzódik. E medencéből a vizek a belvízcsatorna rendszeren keresztül elvezethetők. Miután a háta és laposok közötti szintkülönbségek rendkívül csekélyek, nagyobb állandó vizű tavak kialakítására csak a térszint tagolása, mélyítése mellett lehetséges.

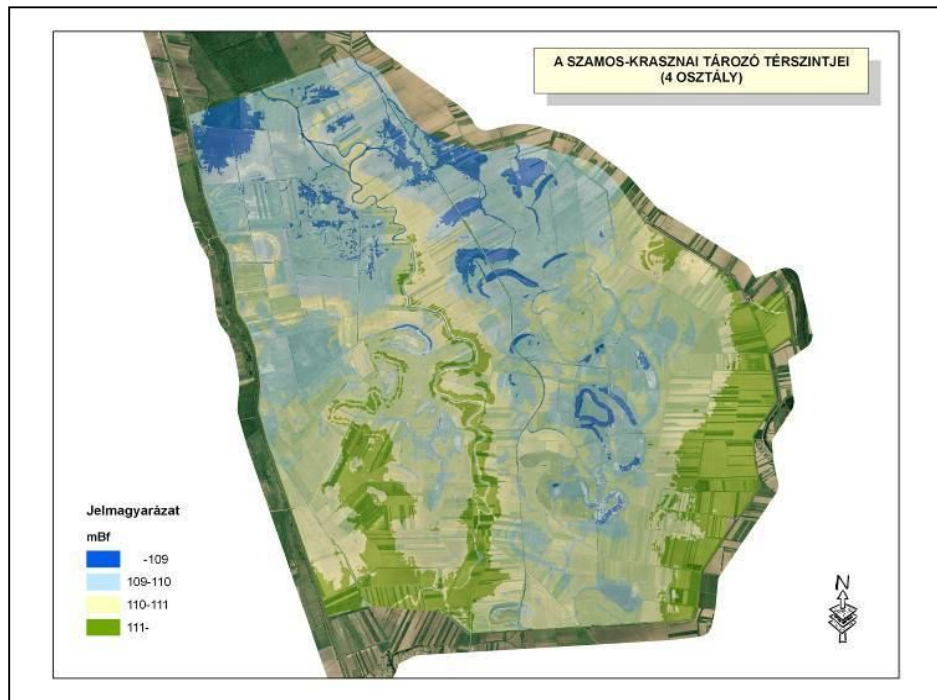


IV.1. ábra: Nagy-kunsági árapasztó tározó térszintjei

A szamos-krasznai tervezett tározó felszíne sík, területének legnagyobb hányada 108,5-111,5 m Bf. körüli magasságban helyezkedik el. A felszín megfelelően tagolt. Az éves visszatérésű árvizek nem vezethetők be, a két éves visszatérésű árvizek magassága a Szamos beeresztő műtárgyánál 112 m, míg a Kraszánánál 110,04 m. Mindez azt jelenti, hogy a vízpótlásra minden 10 évből 6-7 évben nyílhat lehetőség.

A tározó térszínének tengerszint feletti magasság szerinti megoszlása:

- mélyártér – nem jellemző
- alacsony ártér 108,0 és 109,0 mBf között,
- magas ártér 109,00 mBf felett.



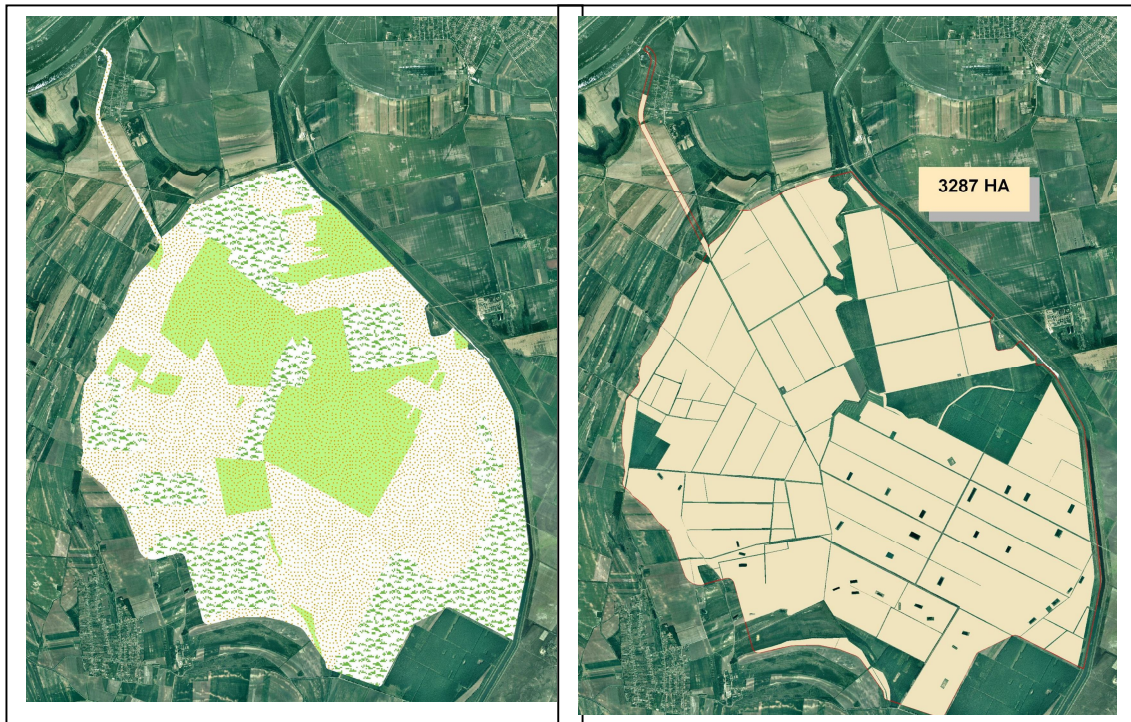
IV,2. ábra. Szamos-krasznai tervezett tározó térszintjei

A tájgazdálkodási igényeknek megfelelő vízkormányzási rendszer e tározóra viszonylag könnyen kialakítható. A tározó legmélyebb pontjait a Holt-Kraszna köti össze, melynek segítségével a mélyebb területek vízpótlása megoldható. A tározó egyenletesen sík, viszonylag nagy esésű. A felső 111,5 mBf alatti területektől az alsó 108,0 mBf körüli térszintekig terjedő mintegy 25 km hosszban megközelíti a 3,5 métert. A tározó keretei között a víz ki- és bevezetése a beeresztő műtárgyon a Szamos, illetve a Kraszna felől történhetne. A természetes vízpótlás legmegfelelőbb beeresztésére a Kraszna és a tározó találkozásának legfelső pontján nyílna lehetőség. A szamos-krasznai tározó területének adottságai alkalmassá teszik a területet rendszeres árasztásra, mely lehetőséget biztosít egy a mainál racionálisabb tájgazdálkodás kialakítására, valamint a táj értékeinek rehabilitációjára.

#### IV.2.1.2. Tájhasználat

A nagykunsági tervezett tározó területén és a kistérségben a domináns területhasználati ágazat a szántóföldi művelés és a szántóként használt kert. Összehasonlítva az országos átlag értékével (48,1%), elmondható, hogy jelentősen meghaladják azt. A hajdani tradicionális gyümölcsstermesztés visszaszorult az elmúlt másfél évszázad során: a települések gyümölcsös állománya az országos átlagnak még az egyharmadát sem éri el.

A hajdani Tisza-menti településeken az erdőgazdálkodás szervesen hozzátartozott az ártéri gazdálkodás haszonvételeihez. Ennek mértéke a szabályozások után lecsökkent.



IV.3. ábra. Földhasználat a nagykanizsai tározó területén az I. katonai felméréskor (bal) és a szántóterületek nagysága jelenleg (jobb)

A jelenlegi tájszerkezet vízmegtartó képessége csekély. A tározó területén természetes, ill. természetközeli élőhelyek nincsenek. A területen a szántó ágazat egyoldalúan van jelen, aránya összesen 93,3%. Ezen belül különösen szembeűnő és tájgazdálkodási szempontból negatív tényezőként jelenik meg a nagyáblás szántóföldek túlsúlya (81%). Ez az ökológiai és a gazdasági igényekhez kevésbé alkalmazkodni képes iparszerű mezőgazdálkodás (lásd II.1.1.d.pont) már önmagában is felveti a struktúra megváltoztatásának szükségességét.

Művelési ág	Földhasználat egyes korokban (ha)		
	I. katonai felmérés idején	II. katonai felmérés idején	Jelenleg
Szántó	574	1885	3287
Rét, legelő	1783	2157**	79
Erdő			430
Vizes terület, vízfolyás	1685*		126
Egyéb			120
<i>Összesen</i>	<i>4042</i>	<i>4042</i>	<i>4042</i>

IV.1. táblázat. Földhasználat-változása a nagykanizsai tározó területén  
\* erdősültségekkel együtt, \*\* vizes területekkel együtt

A szamos-krasznai tervezett tározó területével, illetve az érintett kistérségekkel kapcsolatban elmondható, hogy a Tisza-szabályozások előtti természeti táj képe leginkább a Tiszának ezen felső szakaszán maradt meg. Ennek megfelelően e terület őrzi ma leginkább az egykori természetközeli tájgazdálkodás nyomait is. Gazdaságilag gyengén fejlett térség, ahol a korábbiakhoz hasonlóan jelenleg is a mezőgazdasági jelleg dominál. A tározóterületen a szántó ágazat egyoldalúan van jelen, aránya összesen 65%. Ezen belül különösen szembetűnő és tájgazdálkodási szempontból negatív tényezőként jelenik meg a nagytáblás szántóföldek túlsúlya. A második legnagyobb területű ágazat a gyep kategória (15%). Hasonlóan alacsony az erdők, illetve a gyümölcsös aránya (0,05%-0,001%).

Művelési ág	Földhasználat egyes korokban (ha)	
	I.katonai felmérés idején	Jelenleg
Szántó	1133	3595
Rét, legelő	2358	813
Erdő		232
Gyümölcsös		7
Egyéb	1624*	468
<i>Összesen</i>	<i>5515</i>	<i>5115</i>

IV.2. táblázat Művelési ágak területének változása a szamos-krasznai tározó területén  
\* főként vizes élőhelyek, mocsaras területek

## **IV.2.2. Tájhasználat a jövőben – tájgazdálkodás tervezése**

A tájgazdálkodási rendszer tervezése során az egykori ártéri táj rehabilitálása a cél az erre alkalmas területeken, másfelől a bel- és árvízzel veszélyeztetett területeken a jelenleginél biztonságosabb gazdálkodást nyújtó mezőgazdasági szerkezet kialakítása. Differenciált tájgazdálkodás kialakítása azonban a természeti adottságok mellett más (gazdasági, társadalmi) tényezők figyelembevételét is igényli.

### **IV.2.2.1. Az ártéri tájgazdálkodás-tervezés kiinduló adatai**

A tározók természeti adottságai és a tározó illetve a tározó térségének földhasználati és mezőgazdálkodási múltja (kultúrája és tradíciói) olyan kiindulási információk, amelyeket célszerű területi alapon, helyhez kötötten (is) rendszerezni. Így a

tájgazdálkodás-tervezés természetes eszköze a térinformációs adatrendszerek által nyújtott lehetőség. A tervezés előkészítése és magának a tervezési folyamatnak a során a rendező elv a területiség volt. Az így elkészült térképi megjelenítésű adatállományok nem csak a tervezők számára, de területen érintettek (civiliek, önkormányzatok, gazdálkodók) számára is közérthető támpontokat, kiindulási adatokat jelentenek.

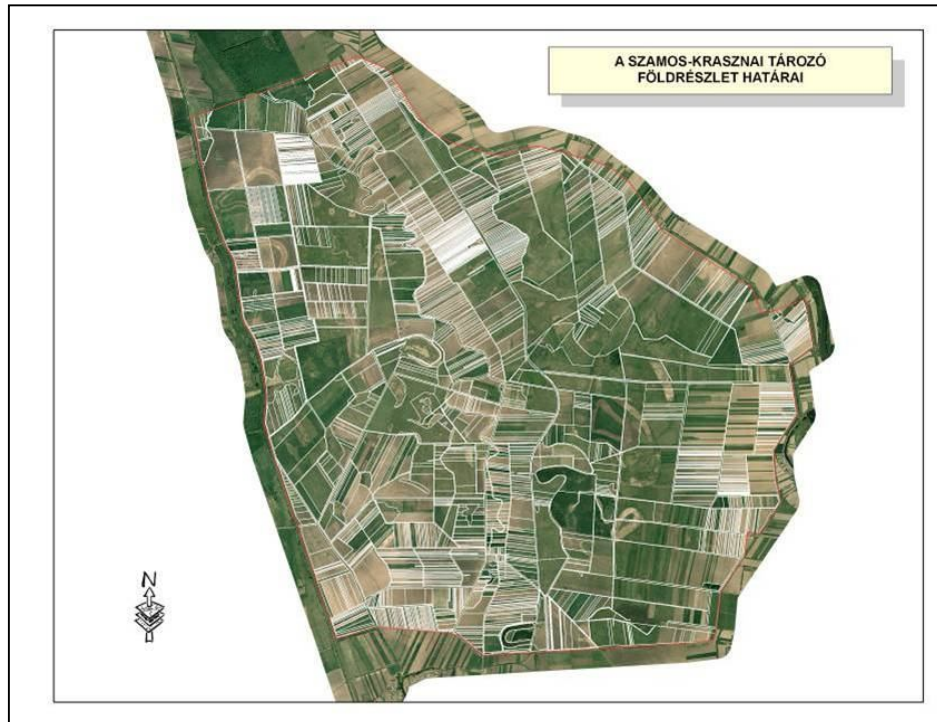


IV.4. ábra Vízfelület és időszakos vízborítás a szamos-krasznai tározó területén

A DTM-ek alapján meghatározásra kerültek a tározók térszintjei az alábbiak szerint:

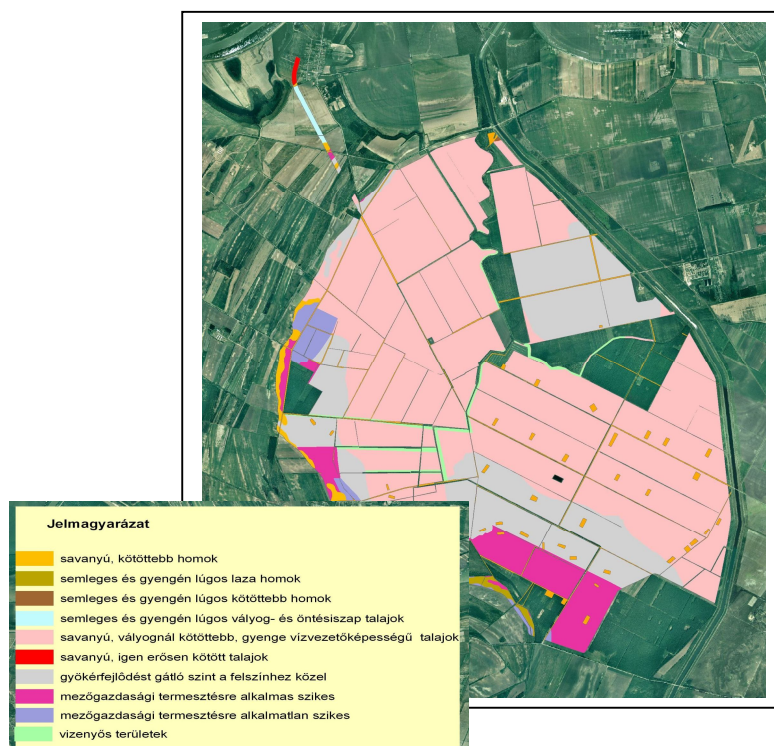
- alacsonyártér - állandó és időszakos vízborítás,
- magasártér - csak véstározáskor vízborítás,
- ármentes szint.

A tájgazdálkodási rendszer tervezésénél elsődleges szempont az időszakos vízborítás következtében fellépő talajlevegőtlenységhez jobban alkalmazkodó földhasználati struktúra kialakítása, fontos lépés a vízfelület és az időszakos vízborítás meghatározása (IV.4. ábra). Kiinduló feltétel még - többek között - a földrészlet határok feltérképezése, és a jelenlegi birtokméretek és birtokviszonyok ismerete, amelynek térképi megjelenítése segíti a tervezői és a döntés-előkészítő munkát (IV.5. ábra).



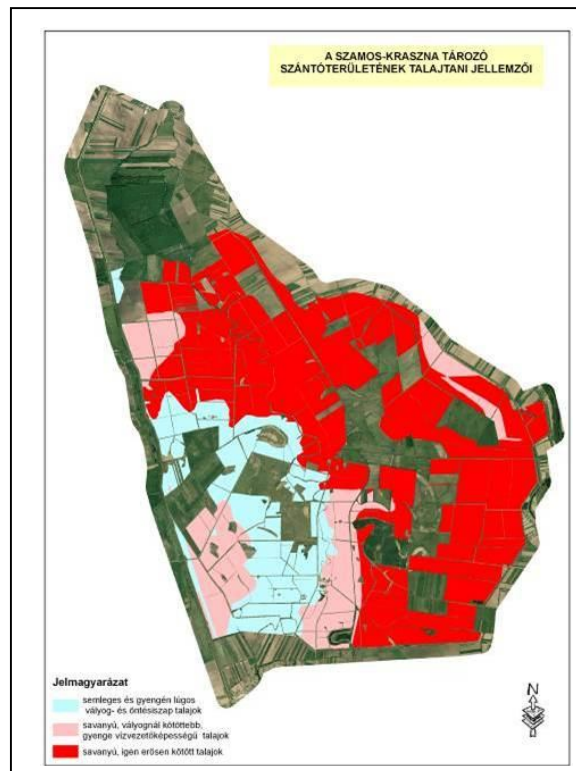
IV.5. ábra. Földrészlet határok a tervezett szamos-krasznai tározó területén

A talajviszonyok pontos ismerete a lehetséges hasznosítások tervezésének alapköve. A IV.6.ábrán a tervezett nagykunsági tározó szántóterületének talajtani jellemzői láthatók a térképen. (lásd még III.2.2.2. pont).



IV.6. ábra. Nagykovácskői tározó szántóterületének talajtani jellemzői

A IV.7.ábrán a tervezett szamos-krasznai tározó szántóterületének talajtani jellemzői láthatók a térképeken.



IV.7. ábra Szamos-krasznai tározó szántóterületének talajtani jellemzői

Az ún. *hidromorf talajsor* kialakulása több területen is megfigyelhető, ami azt jelenti, hogy a talajtípusok kialakulása során meghatározó tényező volt a tengerszint feletti magasság. A közel azonos térszinteken nagy valószínűséggel közel azonos típusú talajok alakultak ki, s ezek a jövőben megfeleltethetők az egyes elárasztási szinteknek.

#### IV.2.2.2. Tervezési mátrix a hasznosítási alternatívák kidolgozására

A tájgazdálkodás egyes földhasználati kategóriái a DTM, a DKTiR, a kataszteri adatok és az engedélyes terv segítségével lettek meghatározva. Első lépés a kedvezőtlenebb adottságokkal rendelkező szántóterületek meghatározása, majd javaslattétel más művelési ágba történő átsorolásra. Ezek után az erdő, természetes állapotú gyepek stb. kategóriába átsorolt területek összeköttetésének tervezése. Indokolt a parcellák méretének csökkentése, a parcellák szélén található ökológiai patch-ek összeköttetésének megoldása ökológiai korridorok segítségével.

Az ökológiai korridorok kialakítása és fenntartása az általuk összeköttetésben lévő ökológiai foltok „érrendszerének” kialakítását jelenti, mely döntően befolyásolja az adott élőrendszer stabilitását. Eredménye a táj élővilágának – lehetőleg minél teljesebb –

megőrzése, optimális tájszerkezet kialakulása. A lehatárolt hasznosítási szintek egyrészt a terület igazgatását, menedzselését segítik (túlzott mozaikosság kiküszöbölése), másrészt lehetővé teszik, hogy a gazdálkodók a piaci igényeknek megfelelő földhasználati formát tudják kialakítani a tulajdonrészükön. Az elemzések alapján a tervezett szintek területe a IV.3. táblázat szerint alakult.

Hasznosítási szint	A szint jellemzője	Földhasználat egyes korokban (ha)	
		szamos-krasznai tározó	nagykunsági tározó
I.	mélyártér	1785	635
II.	magasártér	1790	1153
III.	ármentes szint	697	758
IV.	meglévő és véderdők területe	422	620
V.	meglévő víztestek	212	653
VI.	egyéb hasznosítás	209	223
<i>Összesen</i>		<i>5115</i>	<i>4042</i>

IV.3. táblázat. A tervezett hasznosítási szintek területe a tározókban

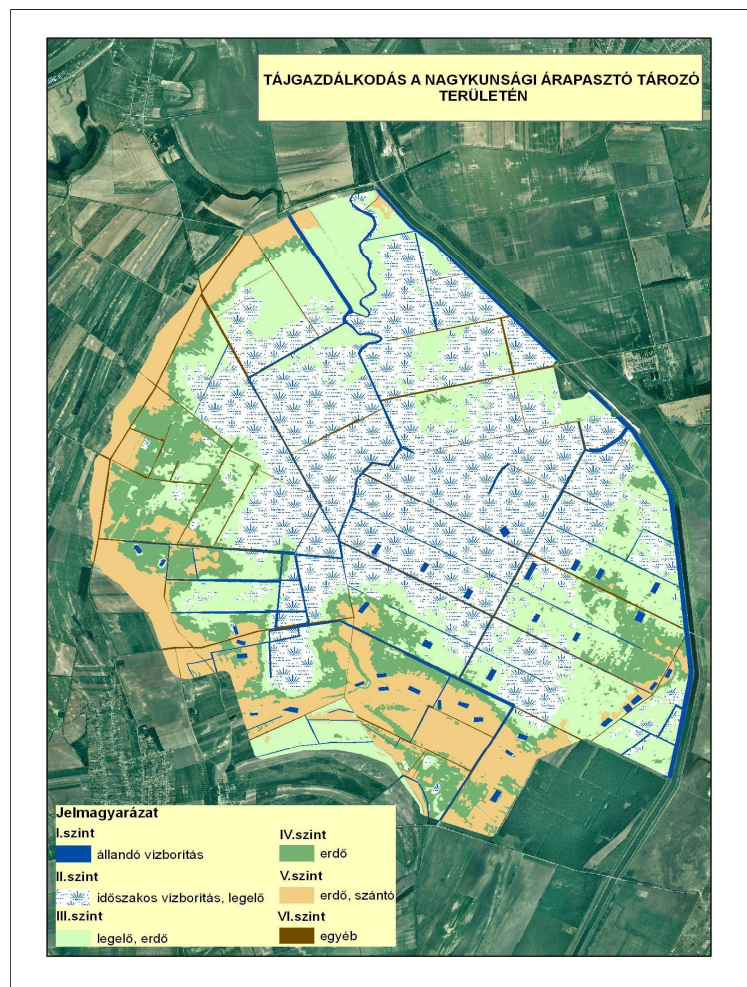
Minden egyes szinthez meghatározásra kerültek az elsődlegesen, illetve másodlagosan javasolt hasznosítási formák, művelési módok. Ezeket egy területhasznosítási tervezési mátrixba foglaltam össze (IV.4. táblázat), amiből könnyen kiolvasható, hogy milyen változatok között választhatunk, amikor a jövőbeni hasznosításra vonatkozó javaslatunkat megtesszük. Illetve láthatjuk, hogy mekkora mozgásterünk van ésszerű kompromisszum kialakítására a javaslat elfogadtatása során.

Hasznosítási szint	Javasolt földhasználat (művelési mód)					
	Vizes élőhelyek	Gyep	Szántó	Kert, gyümölcsös	Erdő	Egyéb
I.	xxx					
II.		xxx			xxx	
III.		xx	xxx	xxx	xxx	
IV.					xxx	
V.	xxx					
VI.						x

IV.4. táblázat. **Tervezési mátrix:** javasolt művelési módok művelési szintenként (*xxx-elsődleges-, xx-másodlagos hasznosítási forma; x-nincs kitüntetett hasznosítási forma*)

A tározó területének, vagy nagyobb részleteinek hasznosítására vonatkozó javaslatokat a térszintek és a művelési módok kombinációjából lehet kialakítani. Természetesen az egyes hasznosítási szinthez több gazdálkodási forma (szántó, legelő stb.) is tartozhat.

Egy lehetséges javaslatot a nagykunsági tározó tájhasználatára a IV.8. ábra és a IV.5. táblázat, a szamos-krasznai tározóra a IV.9. ábra és IV.6. táblázat tartalmazza.



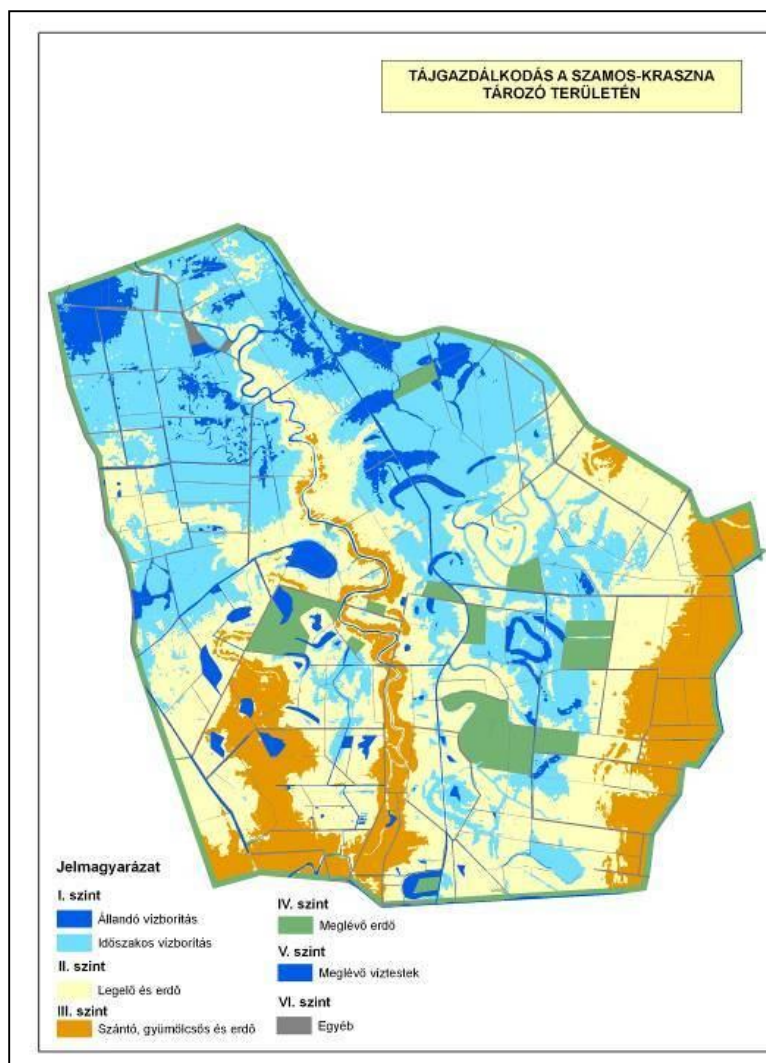
IV.8. ábra. Javasolt tájgazdálkodás a nagykunsági árapasztó tározó területére

Művelési ág	Jelenlegi terület (ha)	Javaslat szerinti terület (ha)
Szántó	3287	653
Rét, legelő	79	758
Erdő	430	620
Vizes terület, vízfolyás	126	1788
Egyéb	120	223
<i>Összesen</i>	<i>4042</i>	<i>4042</i>

IV.5. táblázat. Jelenlegi és egy javasolt földhasználat a nagykunsági tározó területére

A magasabban fekvő területeken, ahol a talaj vízháztartását kedvezően fogja befolyásolni az időszakos vízborítás, elsősorban a környezetkímélő növénytermesztés feltételeit és lehetőségeit terveztük meg. A szántóterületek lehatárolásánál egyrészt a talajtulajdonságokat, másrészt a termesztés kockázatának csökkentését (magasabb térszint) vettük figyelembe. Az állandó vízborítású területek a legmarkánsabb

tómedrekben kerülhetnek kialakításra. Ez az árasztási szint lehetővé teszi az ökológiai vízpótlást, az eredeti tájfunkcióknak megfelelő mozaikosság felújulását, és a viszonylag kismértékű tájatalakítással jár. Az állandó vízborítású víztestek mellett lehatároltuk az időszakos vízborítás területeket is. Néhány hetes vízborítással egyrészt a terület vízhiánya pótolható, másrészt apasztás után még művelhető a terület.



IV.9. ábra. Javasolt tájgazdálkodás a szamos-krasznai tározó területén

Művelési ág	Jelenlegi terület (ha)	Javaslat szerinti terület (ha)
Szántó + gyümölcsös	3595 + 7	697*
Rét, legelő	813	1790**
Erdő	232	422***
Vizes terület, vízfolyás	-	1997
Egyéb	468	209
<i>Összesen</i>	<i>5115</i>	<i>5115</i>

IV.6. táblázat. Jelenlegi és egy javasolt földhasználat a szamos-krasznai tározó területére  
\*és erdő (III.szint), \*\*és erdő (II.szint), \*\*\*csak a meglévő erdők (IV.szint)

## IV.3. FEJLŐDÉSI ÉS NÖVEKEDÉSI ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATOK KUKORICA TERMŐTERÜLETEKEN

### IV.3.1. Az adatok előfeldolgozása

Helyszíni vizsgálattal nyert adatok: 2004-2007 években Hajdúszoboszló térségében rendszeres helyszíni felmérés és vizsgálat folyt a Syngenta Seeds Kft. kukorica vetőmag-előállító területein. A mezőgazdasági táblák nettó területeit a növényállomány 2-3 leveles állapotában felmérték, így a vetetlen területeket (forgó, belvizes terület stb.) a további vizsgálatokból kiszűrésre kerültek. A felmérésekkel egy időben kijelölték a homogén mintaterületeket, amelyek a fenológiai megfigyelések alapját jelentették. A vizsgált években 68 mezőgazdasági táblán történtek fenológiai megfigyelések heti átlagban két alkalommal.

Távérzékelte adatok: A FÖMI által rendelkezésre bocsátott geometriailag transzformált Landsat-5 TM felvételekből 4 darabot tudunk felhasználni egy adott tenyészidőszakban. Kvantitatív elemzéseknél az egyes „objektum” tulajdonságairól az adott sugárzás mennyiségek, illetve az azokból számított paraméterek, indexek jelentik az információt, így a feldolgozás előtt szükséges a radiometriai korrekció elvégzése. A felvételek rögzítésekor az analóg jeleket számértékekkel rögzítik. A folyamat megfordításával kiszámítható a számértékekhez tartozó radiancia érték. Az atmoszférikus és radiometrikus korrekcióhoz a COST modell került alkalmazásra (*Chavez, 1996*).

A modellben először meg kell határozni a szenzor radianciai értékeket a digitális számértékekből:

$$L_{\lambda\min} = LMIN_{\lambda} + QCAL * (LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}) / QCALMAX$$

ahol QCAL= minimális digitális számérték

$$QCALMAX = 255$$

LMAX<sub>λ</sub> és LMIN<sub>λ</sub> sávonkénti konstans értékek

A LMAX<sub>λ</sub> és LMIN<sub>λ</sub> értékeket a szenzorok kalibrációja során állapítják meg.

A Landsat-5 TM felvételekre a IV.7. táblázat adja az értékeket (*Markham et al. 1986*).

Sáv	LMIN <sub>λ</sub>	LMAX <sub>λ</sub>
1	-0.15	15.21
2	-0.28	29.68
3	-0.12	20.43
4	-0.15	20.62
5	-0.037	2.719
7	-0.015	1.438

IV.7. táblázat: LMAX<sub>λ</sub> és LMIN<sub>λ</sub> sávonkénti konstans értékek

A radiancia értékekből, másodlagos adatok ismeretében (zenitszög, Nap-Föld távolság) kiszámítható a szenzornál mért reflektancia faktor (Chavez, 1996):

$$\rho = \pi * d^2 * (L_{\text{műhold}} - L_{\lambda \text{ korr}}) / ESUN_{\lambda} * \cos^2 \theta$$

ahol

d= Nap-Föld távolság

L<sub>λ korr</sub> = korrigált radiancia érték 1% reflektanciát feltételezve (L<sub>λ korr</sub> = L<sub>λ min</sub> - L<sub>λ</sub> 1%)

θ= zenitszög (90-napmagasság)(°)

ESUN<sub>λ</sub>= Nap légkörön kívül mért képsávonkénti átlagos sugárzási energiája, értékei Landsat-5 TM szenzorra:

Sáv	Sugárzás (W/m <sup>2</sup> /sr/μm)
1	1957
2	1840
3	1551
4	1044
5	225
7	82

IV.8.táblázat: ESUN<sub>λ</sub> sávonkénti értékek a Landsat-5 TM szenzorra

A reflektancia számításánál a két legfontosabb korrekciós faktor a Nap-Föld távolság és a zenitszög. A Naptól érkező energia fordítottan arányos a Nap-Föld távolság négyzetével. A Föld pályája miatt a távolság egy adott évben ciklikusan változik. A d érték kiszámításával az eltérő időpontban készült felvételek megvilágítási eltéréseit megszüntethetők. Ugyancsak módosító hatása van a reflektancia értékére, a Naptól érkező sugarak beesési szögének. Ez az érték térben a földrajzi hosszúság és szélesség, a domborzat függvényében, időben napi és éves ciklusokban változik. A korrekciós

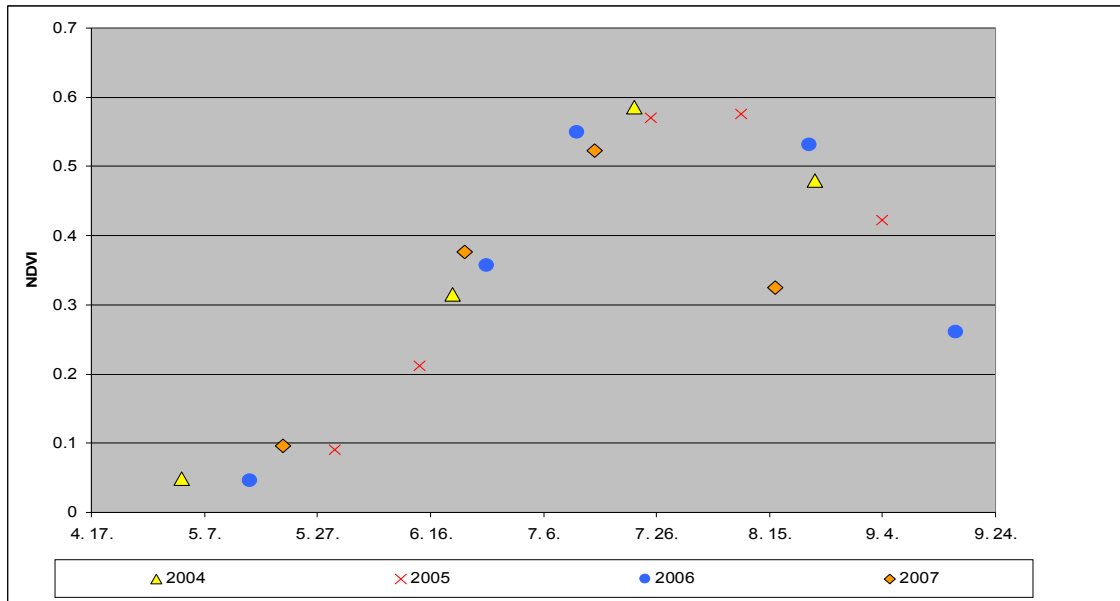
faktorokat részben számítással kaphatjuk, részben a US Geological Survey adatbázisából származnak (IV.9. táblázat):

Szenzor	Év	Hónap és nap	Napmagasság	Távolság
Landsat 5 TM	2004	05.03.	55.2183306	1.00810376363066
Landsat 5 TM	2004	06.20.	61.10359666	1.01624239884236
Landsat 5 TM	2004	07.22.	56.2897385	1.01601356625844
Landsat 5 TM	2004	08.23.	49.0642815	1.01118288915939
Landsat 5 TM	2005	05.31.	59.941945	1.01388530618048
Landsat 5 TM	2005	06.16.	60.63725146	1.01586094386080
Landsat 5 TM	2005	07.25.	57.53493003	1.01572735280712
Landsat 5 TM	2005	08.10.	54.0123307	1.01369057998313
Landsat 5 TM	2005	09.04.	44.52103997	1.00852066183420
Landsat 5 TM	2006	05.11.	56.9955304	1.00986228077223
Landsat 5 TM	2006	06.26.	60.8968669	1.01652935345588
Landsat 5 TM	2006	07.12.	59.14315916	1.01656572060387
Landsat 5 TM	2006	08.22.	50.4528317	1.01155527125585
Landsat 5 TM	2006	09.14.	43.17059276	1.00602209227902
Landsat 5 TM	2007	05.21.	58.8469306	1.01199926541144
Landsat 5 TM	2007	06.22.	61.1916058	1.01628090919017
Landsat 5 TM	2007	07.15.	59.3908567	1.01653401900213
Landsat 5 TM	2007	08.16.	52.19101175	1.01278937579478
Landsat 5 TM	2007	09.17.	42.1750469	1.00531586311627

IV.9. táblázat: a reflektancia számítás korrekciós faktora Landsat-5 TM-re

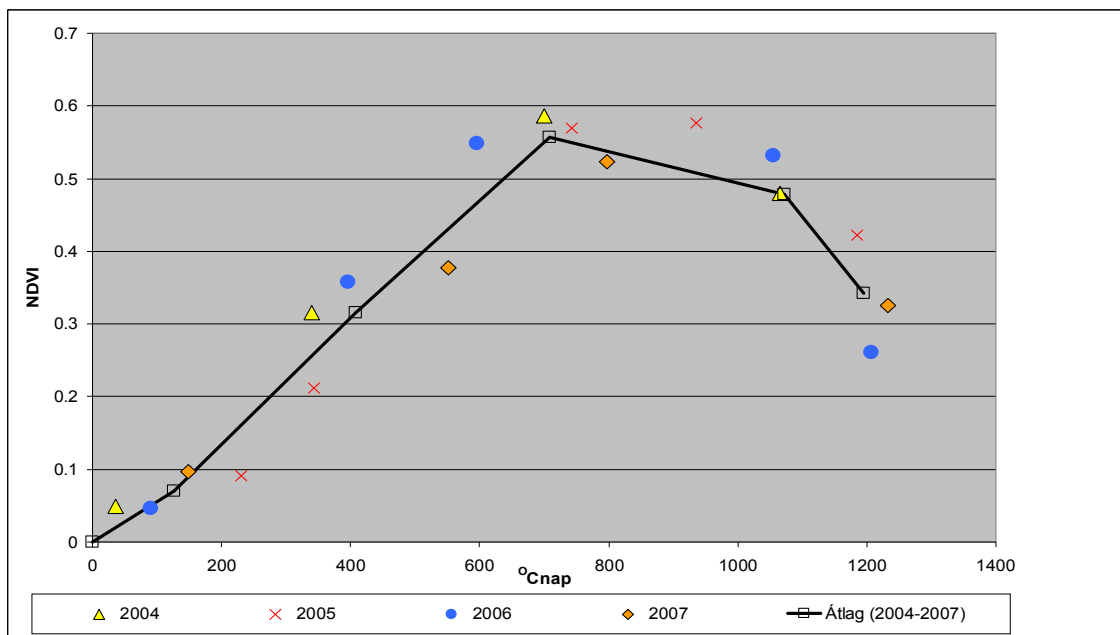
A korrekciós folyamatban a domborzat torzító hatása nem lett figyelembe véve, mert a vizsgálati területek magassági értékeiben nem volt jelentős eltérés. A korrigált felvételek előfeldolgozása során a referencia és a vizsgált felvételek vörös csatorna szórásdiagramjai alapján meghatározásra kerültek a felhős területek küszöbértékei, amely értékek fölött a pixeleket maszkolni kell. Az egyes felhős területek árnyékait a konkrét területek ismeretében lettek leválogatva.

Az NDVI értékeket kiszámítottuk (lásd III.3.4.pont) a mintaterületre, illetve a teljes tábla nettó területére. A kukorica vetőmag előállítása hazánk legkedvezőbb adottságú területein történik. A magas színvonalú termesztéstechnológia (optimális tápanyag-gazdálkodás, öntözés) következtében a növényi fejlődés a tenyészidőszak hőmérsékleti értékeivel van szoros összefüggésben.



IV.10. ábra: Az NDVI alakulása a naptári napok függvényében (2004-2007)

A IV.10. ábrából látható, hogy az tenyésztésidőszakok nem hozhatók egyértelmű kapcsolatba a naptári napokkal. Ehelyett alkalmasabb - környezeti - paraméter megválasztása szükséges. Ezért az NDVI értékek változását a szakirodalomban leggyakrabban található megoldástól eltérően, nem az év adott napjának, hanem a - vetéstől kezdődően - kumulált hőösszegnek függvényében vizsgáltuk. A IV.11. ábrán jól látható, hogy ebben az esetben már várhatunk pozitív eredményt.

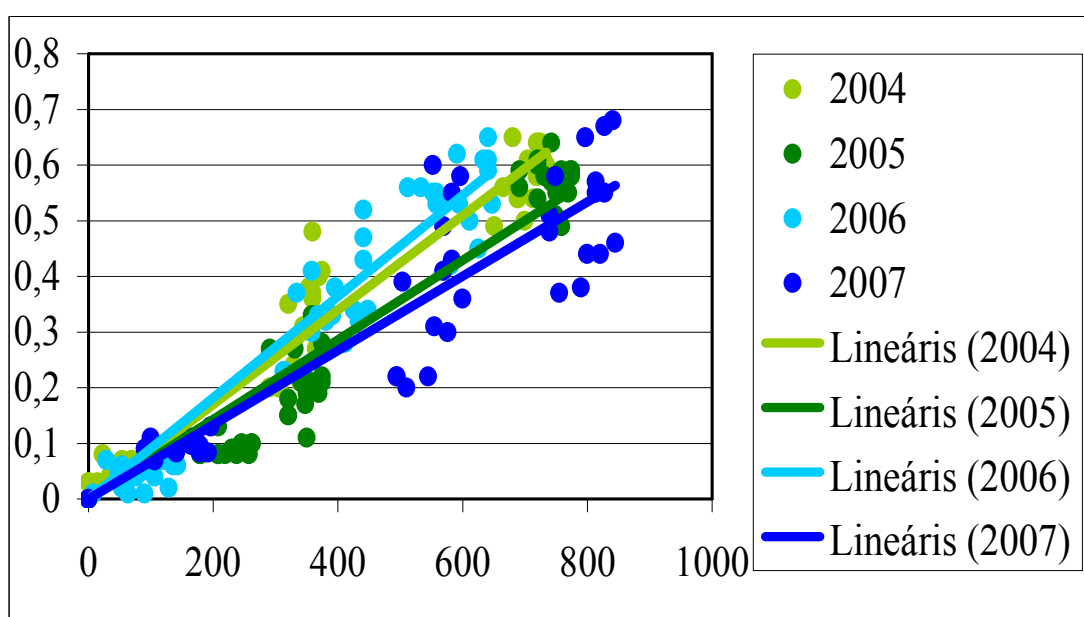


IV.11. ábra: A hőösszeg és az NDVI alakulása a tenyésztésidőszakban (2004-2007)

## IV.3.2. Számítások és értékelések

### IV.3.2.1. A hőösszeg és az NDVI közötti összefüggések értékelése

A hőösszeg és az NDVI közötti összefüggések vizsgálata a maximális NDVI-értéket mutató megfigyelési időpontig történt. Grafikus trendanalízissel megállapítható (IV.12. ábra), hogy a hőösszeg és az NDVI közötti összefüggés mind a négy vizsgálati évben pozitív, azaz nagyobb hőösszeg-értékhez nagyobb NDVI párosul. A trendvonalak meredeksége évenként változott, 2006-ban volt a legnagyobb és 2007-ben a legkisebb.



IV.12. ábra: A hőösszeg és az NDVI közötti összefüggések

Az összefüggések valóságát regresszió-analízissel vizsgálva, mind a négy évre erős összefüggést kapunk a hőösszeg és az NDVI között.

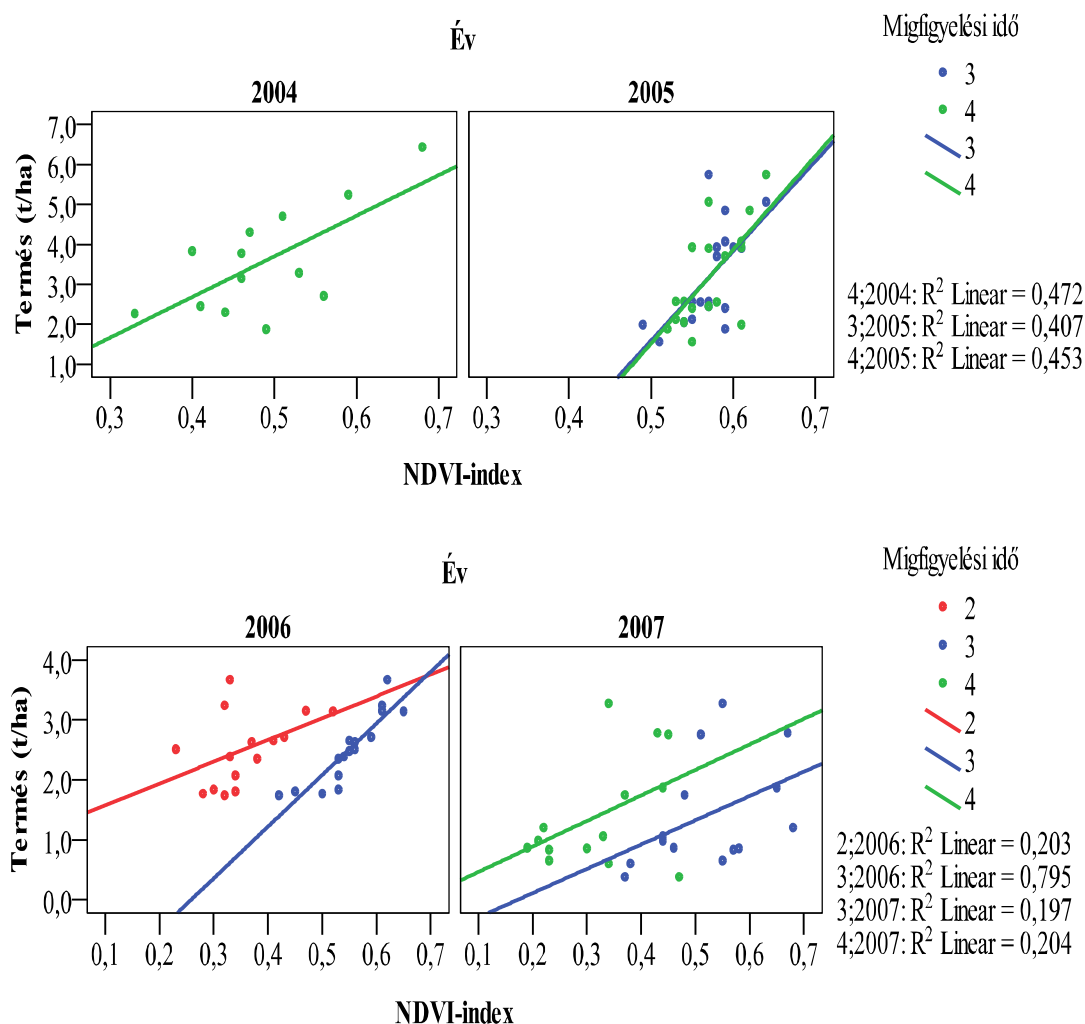
A IV.10. táblázatból jól leolvasható, hogy a korrelációs koefficiens 2005-ben volt a legnagyobb ( $R = 0,977$ ) és 2007-ben a legkisebb ( $R = 0,897$ ). Az NDVI 2004-ben 94,6 százalékban ( $R^2 = 0,946$ ), 2005-ben 95,4 százalékban ( $R^2 = 0,954$ ), 2006-ban 93,3 százalékban ( $R^2 = 0,933$ ), 2007-ben pedig 80,4 százalékban ( $R^2 = 0,804$ ) függött a hőösszegtől. A maradékértékek és a becsült értékek varianciája mind a négy vizsgálati évben szignifikánsan különbözött (a táblázatban (\*)-gal jelölve), vagyis a regressziók valóságok. Az F-próbastatisztika 2005-ben volt a legnagyobb ( $F = 1078$ ), 2004-ben kisebb ( $F = 648$ ), 2006-ban még kisebb ( $F = 630$ ) és 2007-ben a legkisebb ( $F = 164$ ), vagyis a hőösszeg és az NDVI közötti összefüggés 2005-ben volt a legkifejezettebb.

Vizsgálati év	R	R <sup>2</sup>	F	Szig.
2004	0,973	0,946	648,007	0,000 (*)
2005	0,977	0,954	1078,400	0,000 (*)
2006	0,966	0,933	630,197	0,000 (*)
2007	0,897	0,804	163,792	0,000 (*)

IV.10. táblázat: A hősszeg és az NDVI közötti regresszió-analízis eredménytáblázata (*R* = korrelációs együttható, *R*<sup>2</sup> = determinációs együttható, *F* = *F*-próbastatisztika, *Szig.* = Szignifikancia)

### IV.3.2.2. Az NDVI és a termés közötti összefüggés értékelése

A grafikus trendanalízis alapján az NDVI és a termés közötti összefüggés 2004-ben a 4-es, 2005-ben és 2007-ben a 3-as és 4-es, 2006-ban a 2-es és a 3-as megfigyelési időpontban volt a leghatározottabb (IV.13. ábra).



IV.13. ábra: Az NDVI és a termés közötti összefüggés (2004-2007)

Az összefüggés mind a hét esetben pozitív volt, azaz az NDVI növekedésével a terméseredmények is javultak. A trendvonalak meredeksége évenként és megfigyelési

időpontenként változott, a 2006-os év 3-as megfigyelési időpontjában volt a legnagyobb és a 2007-es év 3-as megfigyelési időpontjában a legkisebb.

2004-es méréseket vizsgálva (IV.11. táblázat) az NDVI és a termés közötti regresszióra az 1-es, 2-es és 3-as megfigyelési időpontokban gyenge ( $R = 0,199, 0,287$  és  $0,330$ ), a 4-es időpontban közepes ( $R = 0,687$ ) összefüggés adódott. Az F-próbastatistikához tartozó szignifikancia érték csak a 4. megfigyelési időpontban volt kisebb ( $0,009$ ) mint a választott szintnél ( $5\%$ ), így az 1-es, 2-es és 3-as megfigyelési időpontokban kapott összefüggések nem igazolódtak. Az NDVI és a termés közötti összefüggés a 4. időpontban valós, és az NDVI  $47,2$  százalékban ( $R^2 = 0,472$ ) magyarázza a termést. A regressziós koefficiens szignifikánsan különbözik a nullától, az állandó viszont nem, ezért a regressziós egyenlet  $Y = 10,178 * X$ , ahol  $Y =$  a becsült termés,  $X =$  NDVI. A becslés standard hibája (SEE) alapján a termés  $1,01$  t/ha pontossággal becsülhető.

<b>Megfigyelési idő</b>	<b>R</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>	<b>F</b>	<b>Szig.</b>
1	0,199	0,039	-	0,451	0,516
2	0,287	0,082	-	0,985	0,342
3	0,330	0,109	-	1,344	0,271
4	0,687	0,472	1,01	9,827	0,009 (*)
<b>4. megfigyelési idő</b>	<b>B</b>		<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>Szig.</b>
Regressziós állandó	-1,390		1,606	-0,866	0,405
Regressziós koefficiens	10,178		3,247	3,135	0,009

IV.11. táblázat: NDVI és termés (t/ha) közötti regresszió-analízis eredménye (2004)

*R = korrelációs koefficiens, R<sup>2</sup> = determinációs együttható, SEE = becslés standard hibája, F = F-próbastatistika, B = nem standardizált koefficiens, SE = standard hiba, T = t-próbastatistika, Szig. = Szignifikancia, (\*) A becsült értékek és a maradékértékek varianciája 5%-os szinten különbözik*

A 2005-ben ugyanezek a vizsgálatok az alábbi eredményt hozták (IV.12.táblázat): A regresszió-analízis az 1-es és 2-es megfigyelési időpontra gyenge ( $R = 0,222$  és  $0,067$ ), a 3-as, 4-es és 5-ös időpontokra közepes ( $R = 0,638, 0,673$  és  $0,410$ ) összefüggést adott. A becsült értékek és a maradékértékek varianciája csak a 3-as és a 4-es megfigyelésben különbözött szignifikánsan a nullától (Szig. =  $0,004$  és  $0,002$ ). A 3-as megfigyelési időpontban az NDVI  $40,7$  százalékban ( $R^2 = 0,407$ ) magyarázza a termést, valamint a regressziós egyenlet alapján a termés  $0,98$  t/ha ( $SEE = 0,98$ ) hibával becsülhető. A regressziós állandó és a regressziós koefficiens t-próbához tartozó szignifikanci-érték (Szig. =  $0,024$  és  $0,004$ ) kisebb mint a választott szignifikancia-szint ( $0,05$ ), így a regressziós egyenes:  $Y = 22,477 * X - 9,649$ , ahol  $Y =$  a becsült termés,  $X =$  NDVI. A 4-

es megfigyelési időpontban az NDVI és a termés közötti összefüggést az  $Y = 23,479 \cdot X - 10,221$  regressziós egyenlet írja le. Az NDVI 45,3 százalékban ( $R^2 = 0,453$ ) határozza meg a termést, a termés 0,94 t/ha pontossággal ( $SEE=0,94$ ) becsülhető.

Megfigyelési idő	R	R <sup>2</sup>	SEE	F	Szig.
1	0,222	0,049	-	0,829	0,376
2	0,067	0,004	-	0,071	0,793
3	0,638	0,407	0,98	10,986	0,004 (*)
4	0,673	0,453	0,94	13,233	0,002 (*)
5	0,410	0,168	-	3,230	0,091
<b>3. megfigyelési idő</b>		<b>B</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>Szig.</b>
Regressziós állandó		-9,649	3,88	-2,487	0,024
Regressziós koefficiens		22,477	6,781	3,314	0,004
<b>4. megfigyelési idő</b>		<b>B</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>Szig.</b>
Regressziós állandó		-10,221	3,693	-2,768	0,014
Regressziós koefficiens		23,479	6,454	3,638	0,002

IV.12. táblázat: NDVI és termés (t/ha) közötti regresszió-analízis eredménye (2005)  
*R = korrelációs koefficiens, R<sup>2</sup> = determinációs együttható, SEE = a becslés standard hibája, F = F-próbastatisztika, B = nem standardizált koefficiens, SE = standard hiba, T = t-próbastatisztika, Szig. = Szignifikancia, (\*) A becsült értékek és a maradékértékek varianciája 5%-os szinten különbözik.*

2006-ban (IV.13. táblázat) az NDVI és a termés közötti összefüggés az 1-es, 4-es és 5-ös megfigyelési időpontban gyenge ( $R = 0,186, 0,219$  és  $0,237$ ), a 2-esben közepes ( $R = 0,451$ ), a 3-as megfigyelésben erős ( $R = 0,892$ ).

Megfigyelési idő	R	R <sup>2</sup>	SEE	F	Szig.
1	0,186	0,035	-	0,502	0,490
2	0,451	0,203	-	3,314	0,092
3	0,892	0,795	0,27	54,336	0,000 (*)
4	0,219	0,048	-	0,654	0,433
5	0,237	0,056	-	0,836	0,376
<b>3. megfigyelési idő</b>		<b>B</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>Szig.</b>
Regressziós állandó		-2,232	0,647	-3,448	0,004
Regressziós koefficiens		8,625	1,170	7,371	0,000

IV.13. táblázat: NDVI és termés (t/ha) közti regresszió-analízis eredménye (2006)  
*R = korrelációs koefficiens, R<sup>2</sup> = determinációs együttható, SEE = a becslés standard hibája, F = F-próbastatisztika, B = nem standardizált koefficiens, SE = standard hiba, T = t-próbastatisztika, Szig. = Szignifikancia, (\*) A becsült értékek és a maradékértékek varianciája 5%-os szinten különbözik.*

Az F-értékhez tartozó szignifikancia-érték alapján csak a 3-as megfigyelésben tekinthető az összefüggés valósnak. Az NDVI 79,5 százalékban ( $R^2 = 0,795$ ) határozza meg a

termést és 0,27 t/ha hibával (SEE = 0,27) becsülhető. A regressziós állandó és koefficiens szignifikánsan különbözik a nullától, így a regressziós egyenlet  $Y = 8,625 \cdot X - 2,232$ , ahol Y = a becsült termés, X = NDVI.

A 2007. (IV.14. táblázat) 1-es és 2-es időpontjában gyenge ( $R = 0,078$  és  $0,244$ ), a 3-as és 4-es időpontokban közepes ( $R = 0,444$  és  $0,452$ ) összefüggés jelentkezett. A becsült értékek és a maradékértékek varianciája egyik esetben sem különbözött szignifikánsan: 2007-ben az NDVI és a termés között nem adódott igazolható összefüggés.

Megfigyelési idő	R	R <sup>2</sup>	F	Szig.
1	0,078	0,006	0,073	0,792
2	0,244	0,060	0,762	0,400
3	0,444	0,197	2,942	0,112
4	0,452	0,204	3,073	0,105

IV.14. táblázat: NDVI és termés (t/ha) közti regresszió-analízis eredménye (2007)  
*R = korrelációs koefficiens, R<sup>2</sup> = determinációs együttható, F = F-próbatat., Szig. = Szignifikancia*

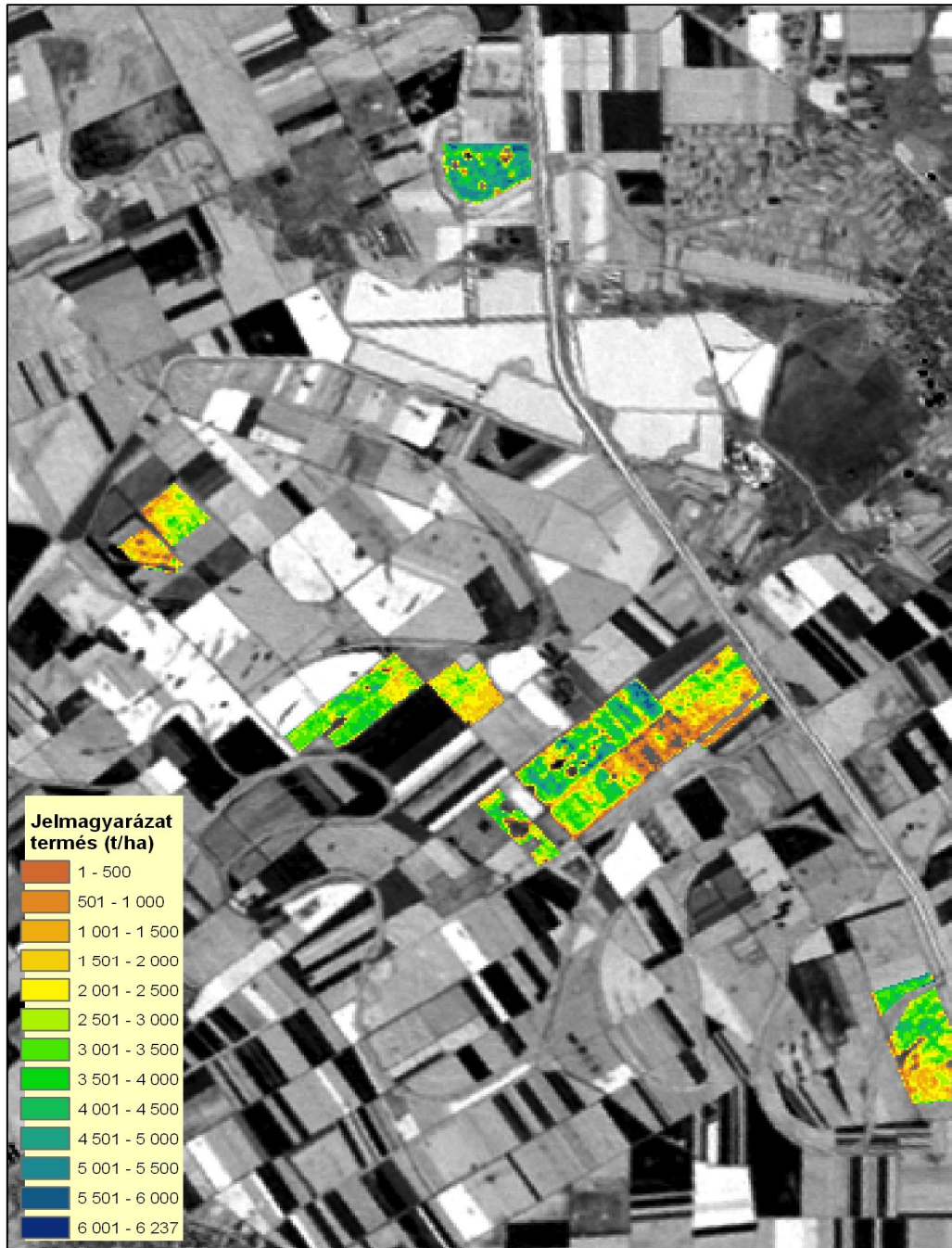
A terméseredmények relatív szórása 2006-ban volt a legkisebb (0,226), 2004-ben és 2005-ben nagyobb (0,364 és 0,379), 2007-ben a legnagyobb (0,632), vagyis a vetőmag kukoricaállományok 2006-ban voltak a leghomogénebbek és 2007-ben a legheterogénebbek. A vizsgálat szerint minél kisebb a termésátlaggal korrigált szórása annál szorosabb az összefüggés az NDVI és a termés között (IV.15. táblázat). 2007-ben az alacsony termésátlagok és a nagy heterogenitás a virágzás idején fellépő aszályos időszakokkal és magas hőmérséklettel (gyenge termékenyülés) magyarázható.

Év	Relatív szórás	R <sup>2</sup>
2006	0,226	0,892
2005	0,379	0,673
2004	0,364	0,687
2007	0,632	0,452

IV.15. táblázat: A termés (t/ha) relatív szórása valamint az NDVI és a termés közötti regresszió korrelációs koefficiense (R<sup>2</sup>) közötti összefüggés

A számított értékekből meghatározásra kerültek a vetőmag-előállító területek becsült terméseredményeit. Az így generált terméstérképeket ArcGIS 9.2 Spatial Analyst modul segítségével lett osztályozva (IV.14. ábra). Az előállított állományok segítségével a tenyészedőszakban – elsősorban virágzáskor - vizsgálható az állományok heterogenitása,

illetve a termékenyülés. Hosszabb idősorokra alkalmazva az eljárást nagy biztonsággal lehatárolhatók azok a területek, melyek a vetőmag-előállításra, illetve más nagy termelési értékű kultúrák számára a legkedvezőbb.



IV.14.ábra A vetőmag-előállító területek becsült terméseredményei  
(Hajdúszoboszló,2005)

### IV.3.2.3. A kukorica hibrid-előállítások közötti különbségek értékelése

A hibrid-előállítások közötti különbségek vizsgálata a 2004-2006 közötti időszakra történt meg. Az értékeléshez két olyan hibrid-előállítás került kiválasztásra, amelyek mind a három évben nagy elemszámmal fordultak elő.

Fontos körülmény, hogy a két kiválasztott hibrid-előállítás fenotípusosan lényegesen eltérő volt. Abban az esetben, ha a vizsgálatba több, így egymáshoz szükség szerint is közelebbi fenotípust is bevonnánk, a spektrális felbontás „sűrűsége” miatt az eltérések már nem lennének szignifikánsak.

Az 1-es kukorica vetőmag-előállítás átlagtermése 4,9 t/ha, az átlagos NDVI értéke 0,60, a termés (t/ha) és az átlagos NDVI aránya 8,08. A 2-es hibrid-előállítás átlagtermése és átlagos NDVI közötti arány 4,09, termésátlaga 2,2 t/ha, átlagos NDVI 0,54 volt. A két hibrid-előállítás termésének és NDVI értékének varianciájában a Levene teszt alapján azonosságot, középértékükben a független kétmintás t-próba különbözőséget igazolt. A t-teszt alapján az 1-es kukorica vetőmag-előállítás termése 2,64 t/ha-al, NDVI értéke 0,05-al magasabb volt, mint a 2-es hibrid-előállítás esetében (IV.16.táblázat).

		Levene teszt		t-teszt		
		F	Szig.	MD	T	Szig.
Termés (t/ha)	Azonos varianciák	1,757	0,199	-2,640	-8,956	0,000 (*)
	Nem azonos varianciák			-2,640	-9,140	0,000
NDVI	Azonos varianciák	0,01	0,921	-0,053	-2,675	0,014 (*)
	Nem azonos varianciák			-0,053	-2,667	0,015

IV.16. táblázat: A független kétmintás t-próba eredménytáblázata

(F = F-próbastatisztika, MD = Átlagos differencia, T = t-próbastatisztika, Szig. = Szignifikancia)  
 (\*) A középértékek 5%-os szignifikancia-szinten különböznek.

Az NDVI és a termés közötti összefüggés (V.17. táblázat) mindkét kukorica vetőmag-előállítás esetében erős volt, a 2-es kukorica vetőmag-előállítás esetében szorosabbnak bizonyult ( $R = 0,860$ ), mint az 1-es hibrid-előállításban ( $R = 0,779$ ). A becsült értékek és a maradékértékek varianciája mind a két kukorica vetőmag-előállításnál szignifikánsan különbözött (Szig. = 0,039 és 0,013), vagyis a regressziók léteznek.

Az 1-es hibrid-előállítás regressziós állandója nem különbözik szignifikánsan a nullától (Szig. = 0,414), így a regressziós egyenlet  $Y = 12,344 \cdot X$ , ahol  $Y =$  a becsült termés,  $X =$  NDVI. A termés 60,7 ( $R^2 = 0,607$ ) százalékban magyarázza a termést, és 0,63 t/ha (SEE = 0,63) hibával becsülhető az NDVI alapján.

A 2-es hibrid-előállítás regressziós állandója sem különbözik szignifikánsan a nullától (Szig. = 0,107), vagyis a regressziót az  $Y = 8,947 \cdot X$  egyenlet írja le, ahol  $Y =$  a becsült termés,  $X =$  NDVI. A termés 74,0 ( $R^2 = 0,740$ ) százalékban magyarázza a termést, és 0,33 t/ha (SEE = 0,33) hibával becsülhető az NDVI alapján.

<b>Hibrid-előállítás</b>	<b>R</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>SEE</b>	<b>F</b>	<b>Szig.</b>
1	0,779	0,607	0,63	7,721	0,039 (*)
2	0,860	0,740	0,33	14,206	0,013 (*)
<b>1-es hibrid-előállítás</b>		<b>B</b>	<b>SE</b>	<b>T</b>	<b>Szig.</b>
Regressziós állandó		-2,351	2,638	-0,891	0,414
Regressziós koefficiens		12,344	4,442	2,779	0,039
<b>2-es hibrid-előállítás</b>		<b>B</b>	<b>SE</b>	<b>T</b>	<b>Szig.</b>
Regressziós állandó		-2,504	1,278	-1,960	0,107
Regressziós koefficiens		8,947	2,374	3,769	0,013

IV.17. táblázat: NDVI és termés (t/ha) közötti összefüggés két különböző hibrid-előállításban

( $R =$  korrelációs koefficiens,  $R^2 =$  determinációs együttható,  $SEE =$  a becslés standard hibája,  $F =$  F-próbastatisztika,  $B =$  nem standardizált koefficiens,  $SE =$  standard hiba,  $T =$  t-próbastatisztika,  $Szig. =$  Szignifikancia), (\*) A becsült értékek és a maradékértékek varianciája 5%-os szinten különbözik.

## IV.4. AUTÓPÁLYA-FEJLESZTÉS TERÜLETHASZNÁLATÁNAK VIZSGÁLATA

### **IV.4.1. A területhasználat meghatározása térinformatikai eszközökkel**

#### **IV.4.1.1. Papír alapú számszerű adatok feldolgozása és kiértékelése**

Ahogy az a III.4.2.1. pontban összefoglaltam, az igen részletes műszaki tervdokumentáció ellenére, a számszerű adatokból az autópálya-építés során tervezett földhasználat összértéke nem határozható meg. Ennek legfőbb oka, hogy a műszaki dokumentációk jelenleg előírt struktúrája, a földhasználattal kapcsolatos kategóriák és dimenzióik (térfogati adatok) nem alkalmasak a teljes térhasználat meghatározására. Az azonban megállapítottam, hogy a térhasználatot kiváltó ok, a megépítendő közlekedésszerű hasznos útfelület (autópálya, fel- és lehajtók, csatlakozó utak) átlagos nagysága 2,5 ha/km.

#### **IV.4.1.2. Tervezett területhasználat meghatározása helyszínrajzok digitalizálásával**

A III.4.2.1. pontban felsorolt 7.-9. dokumentációk (úgy nevezett Lehatárolás tervek) három különböző kivitelező által megépített autópálya-szakaszok építési terveinek részletes helyszínrajzait tartalmazzák. Ezeket a rendelkezésre álló űrfelvételekhez igazodva (a 173,350 km-től kezdve) a 206,200 km-ig terjedő pályaszakasz mentén jól azonosítható fizikai határvonalakkal (erdőszél, vízfolyások, töltés, földutak, stb.) 22 részletre bontottam (6, 8 ill. 8 darabra vágva a három kivitelezői szakaszon). A tervezett földhasználatot a III.4.2.1. pontban leírt módon ArcViewGIS programmal meghatároztam: 4.114.754 m<sup>2</sup>-nek mértem ki, ami 32,85 km-es autópálya-szakaszra vetítve 12,53 ha/km átlagos értéket jelent (Lásd IV.18. táblázat első oszlopa).

#### **IV.4.1.3. Tényleges területhasználat meghatározása távérzékelte adatokból**

A fentiekből következik, hogy ha valóban meg akarjuk határozni azt a földhasználatot, amely szükséges volt a 2,5 ha/km hasznos útfelület megépítéséhez, akkor vagy az igen

költséges és időigényes helyszíni mérést kell választanunk, vagy távérzékeléssel kapott képek alapján végezzük el a mérést.

A három távérzékeléses mérés (Orto, IKONOS, IRS-P6) a végösszegre (pontosságuktól függetlenül) közel azonos értéket adott. A három mérés átlaga 5 070 102 m<sup>2</sup>, amely 15,43 ha/km térhasználatot jelent. A tervezetthez képest mindhárom mérés 20%-ot meghaladó többletet adott. Az átlagosan 2,9 ha/km többlet az elmúlt 15 évben megépült mintegy 1000 km hazai autópályát tekintve 2900 ha (29 km<sup>2</sup>), az átlagos használat (15,43 ha/km) mintegy 15000ha (150km<sup>2</sup>), az ország területének 0,17 %-a!

	Tervezett terület-használat	Orto	IKONOS	IRS-P6	Távérzékelés átlag
Összes területhasználat (m <sup>2</sup> )	4 114 754	5 079 143	5 082 836	5 048 329	5 070 103
Átlagos területhasználat (ha/km)	12,53	15,46	15,47	15,37	15,43

IV.18.táblázat M7 autópálya területhasználata (173,350 – 206,200 km)

#### IV.4.2. A távérzékelés mérések elemzése

A területhasználat összértékének meghatározásánál tapasztalt pontosságbeli egyezés a három távérzékelés között csak látszólagos. A fizikai határvonalak mentén mindhárom távérzékelési eljárásban keletkezett képeken pontosan azonosíthatóak a szakaszhatárok, ezért 22 összehasonlítható mérésünk keletkezett. Megvizsgáltam valamennyi mérést, hogy normális eloszlásúak-e. Az illeszkedésvizsgálatot a normális eloszlásra vonatkozó null-hipotézisre  $f = r - 3$  szabadságfokú  $\chi^2$ -próbával elvégezve, mindhárom méréssorozat esetében 5%-os (és 10%-os) szignifikancia-szinten igazolódott a normalitásra tett hipotézisünk.

##### IV.4.2.1. Távérzékelés adatok összevetése

A területhasználat vizsgálatában a legfontosabb kérdés a tervezett földhasználattól való eltérés meghatározása. Ezért a mérések elemzését is elsősorban ezen adatokon keresztül végeztem el. Mindhárom távérzékelésből kapott képek alapján végzett mérés várható

értéke (átlaga) megegyezik, de a tapasztalati szórás és a minta terjedelme az IRS-P6 esetében lényegesen nagyobb, mint a másik kettőnél. A tervezettől való eltérés mért értékeit és a mérések jellemzőit a IV.19. táblázat tartalmazza.

Szakaszhatár		Mérési-hossz	Távérzékelte és a tervezett földhasználat eltérése		
			Orto	IKONOS	IRS-P6
-tól	-ig	km	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
173 350	174 500	1 150	9 983	8 760	30 550
174 500	175 360	860	31 152	29 064	59 187
175 360	176 940	1 580	79 960	77 813	75 121
176 940	178 450	1 510	21 027	26 632	10 999
178 450	180 000	1 550	111 961	108 512	137 130
180 000	182 000	2 000	989	3 210	-10 516
182 000	183 020	1 020	32 699	34 533	46 952
183 020	184 500	1 480	21 562	22 710	31 041
184 500	185 730	1 230	11 256	13 864	25 995
185 730	187 190	1 460	15 030	18 416	-11 019
187 190	188 600	1 410	70 101	63 731	-2 895
188 600	190 000	1 400	27 488	28 375	-20 817
190 000	191 160	1 160	46 572	48 926	14 562
191 160	193 300	2 140	20 790	17 191	-43 972
193 300	192 200	1 350	43 279	47 790	66 302
192 200	196 100	1 450	33 772	33 440	73 019
196 100	197 050	950	84 175	82 758	88 370
197 050	198 570	1 520	38 423	35 038	55 693
198 570	200 850	2 280	44 526	54 892	87 228
200 850	202 200	1 350	45 127	47 437	61 242
202 200	204 520	2 320	111 163	100 696	131 269
204 520	206 200	1 680	63 366	64 306	28 146
<b>Eltérés összesen (m<sup>2</sup>)</b>		<b>32 850</b>	<b>964 400</b>	<b>968 093</b>	<b>933 586</b>
Eltérés t. átlaga (m <sup>2</sup> )			43 836	44 004	42 436
Eltérés t.szórása (m <sup>2</sup> )			31 084	29 018	46 839
Minta terjedelme (m <sup>2</sup> )			110 972	105 302	181 102
Átlagos eltérés (ha/km)			2,94	2,95	2,84

IV.19. táblázat M7 területhasználat eltérés a tervezettől

A várhatóértékre tett t-próba igazolja a várható értékek egyezésére vonatkozó null-hipotézisünket 5%-os (és 10%-os) szignifikancia-szinten mindhárom (IRS-P6 – Orto, IRS-P6 – IKONOS, Orto – IKONOS) összevetésben.

A mérés pontosságát is jellemző szórások egyezőségének vizsgálatát gyök-F próbával végeztem. A szórások egyenlőségére tett null-hipotézis az ortofotós és az IKONOS felvételes mérések összehasonlítása esetében 5%-os (és 10%-os) szignifikancia-szinten elfogadható. Ugyanakkor a IRS-P6-os képeken alapuló méréseket összehasonlítva akár az orto-, akár az IKONOS méréssel, a null-hipotézist 5%-os (és 10%-os) szinten is el

kellett vetnünk és az alternatív  $H_2 : \sigma_{IRS-P6} > \sigma_{Orto}$ , illetve  $H_2 : \sigma_{IRS-P6} > \sigma_{IKONOS}$  hipotéziseket kell elfogadnunk. Tehát az IRS-P6 felvételeken alapuló mérések szórása nagyobb (azaz pontossága kisebb), mint a másik két mérés (IV.20. táblázat).

	Orto és IKONOS	IRS-P6 és Orto	IRS-P6 és IKONOS
$\sqrt{F_{0,90;21;21}} = 1,34$	$1,07 \rightarrow \sigma_1 = \sigma_2$	$1,51 \rightarrow \sigma_1 > \sigma_2$	$1,61 \rightarrow \sigma_1 > \sigma_2$
$\sqrt{F_{0,95;21;21}} = 1,46$	$1,07 \rightarrow \sigma_1 = \sigma_2$	$1,51 \rightarrow \sigma_1 > \sigma_2$	$1,61 \rightarrow \sigma_1 > \sigma_2$

IV.20. táblázat Mérések pontosságának vizsgálata

A két vizsgálatból megállapítható, hogy a közepes felbontású képet szolgáltató, de olcsón (részben ingyenesen) hozzáférhető IRS-P6 távérzékl felvételek is alkalmasak autópálya-szakaszok építése során ténylegesen igénybe vett illetve tervezett földhasználat közti lényeges eltérések kimutatására (felderítésére). Ugyanakkor a mérés pontosságát tekintve szignifikánsan gyengébb a nagy-közepes felbontású úrfelvétel (IKONOS) és a nagyfelbontású ortofotók által nyújtott szinttől.

#### IV.4.2.2. Az alkalmazott mérések középhibája

Amennyiben  $1, \dots, k$  mennyiségekre két méréssorozatot  $(L_{11}, L_{21}, \dots, L_{k1}; L_{12}, L_{22}, \dots, L_{k2})$  hajtunk végre, a mérések középhibájának meghatározása Detrekői (Detrekői, 1991) alapján az alábbi feltételek mellett hajtható végre:

A két mérés legyen normális eloszlású, független és azonos pontosságúnak tekinthető. Esetünkben az Orto és az IKONOS felvételek eleget tesznek a feltételeknek.

Legyenek a méréseink szabályos hibáktól mentesek, azaz teljesüljön az alábbi feltétel:

$$\left| \sum_{i=1}^k d_i \right| \leq 0,25 \sum_{i=1}^k |d_i|,$$

ahol  $d_i = L_{i1} - L_{i2}$ .

Ekkor egyetlen különbség középhibájára  $m_d = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{k}}$ , egyetlen mérés középhibájára

$m_L = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{2k}}$ , és a két mérés számtani közepének középhibájára  $\bar{m}_L = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{k}}$ .

Szakasz- hossz	Orto	IKONOS	$d_i = (\text{Orto-IKONOS})$	Abs(Orto- IKONOS)	$d_i * d_i$
m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	
1 150	105 054	103 831	1 223	1223	1 495 729
860	223 117	221 029	2 088	2088	4 359 744
1 580	243 184	241 037	2 147	2147	4 609 609
1 510	191 844	197 449	-5 605	5605	31 416 025
1 550	261 422	257 973	3 449	3449	11 895 601
2 000	220 323	222 544	-2 221	2221	4 932 841
1 020	206 757	208 591	-1 834	1834	3 363 556
1 480	144 444	145 592	-1 148	1148	1 317 904
1 230	143 056	145 664	-2 608	2608	6 801 664
1 460	181 260	184 646	-3 386	3386	11 464 996
1 410	360 168	353 798	6 370	6370	40 576 900
1 400	239 628	240 515	-887	887	786 769
1 160	316 696	319 050	-2 354	2354	5 541 316
2 140	430 608	427 009	3 599	3599	12 952 801
1 350	198 074	202 585	-4 511	4511	20 349 121
1 450	184 211	183 879	332	332	110 224
950	199 028	197 611	1 417	1417	2 007 889
1 520	182 893	179 508	3 385	3385	11 458 225
2 280	250 773	261 139	-10 366	10366	107 453 956
1 350	171 530	173 840	-2 310	2310	5 336 100
2 320	399 295	388 828	10 467	10467	109 558 089
1 680	225 778	226 718	-940	940	883 600
<b>Összesen:</b>	<b>5 079 143</b>	<b>5 082 836</b>	<b>-3 693</b>	<b>72 647</b>	<b>398 672 659</b>
<b>Átlagosan:</b>	<b>230 870</b>	<b>231 038</b>	<b>-168</b>	<b>3 302</b>	

IV.21. táblázat Mérések és kalkulációk középhibák meghatározásához

A IV.21. táblázat utolsó előtti sorából kiolvasható a szabályos hibától való mentesség,

hiszen  $\sum_{i=1}^k |d_i| = 72647$  negyedrésze sokkal több, mint  $\left| \sum_{i=1}^k d_i \right| = 3693$ , tehát

meghatározhatjuk a középhibákat:

- egyetlen különbség középhibája  $m_d = 4257 \text{ m}^2$ ,
- egyetlen mérés középhibája  $m_L = 3010 \text{ m}^2$ ,
- két mérés számtani közepének hibája  $\bar{m}_L = 2128 \text{ m}^2$ .

Egyetlen mérés középhibája  $3010 \text{ m}^2$ , azaz átlagosan mintegy 1,3% a 22 mérési szakaszon.

## V. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A korszerű földhasználat megköveteli a komplex – társadalmi, gazdasági, környezeti – megközelítést, a hatékonyság és ma már ezzel egyenértékűen a fenntarthatóság szem előtt tartását. Mindezek olyan sok, a területhez kapcsolódó ismeret együttes kezelését, kölcsönhatásaik elemzését igényli, hogy ezt „kiszolgálni” csak térinformációs adatokkal, illetve adatrendszerekkel lehet. Dolgozatomban igyekeztem bemutatni, hogy a térinformációs rendszerek hazánkban is egyre gyakrabban használt és kifejezetten alkalmas és hatékony eszközök a földhasználat elemzés, tervezés és monitorozás területén. Ennek révén egy sor új összefüggést lehet találni és igazolni a tájgazdálkodás, a növénytermesztés, vagy éppen vonalas infrastruktúra fejlesztési tevékenységekhez kapcsolódó földhasználat területén.

Az elmúlt évek műholdas és távérzékelési technológiáinak fejlődése, valamint a távérzékelte adatok iránti robbanásszerűen megnövekedő kereslet miatt a képfeldolgozások száma nagyságrendben növekedett néhány év leforgása alatt, ami viszont kikényszeríti az egyre nagyobb arányú automatikus feldolgozást. Dolgozatomban bizonyítottam, hogy a digitális képfeldolgozásban igen jelentős szerepet játszó *Fourier-típusú függvény sorokat* a függvények szélesebb körében – majdnemperiodikus függvényosztályban – is tudjuk egyenletesen konvergens előállításra alkalmazni. Hasonlóan beláttam, hogy további ortogonális függvény sorokkal és speciális összegzési eljárással szintén lehet javítani folytonos függvények egyenletes approximációját. Bár a tételek bizonyítása konstruktív, korábban az eljárások rendkívül számítás- és időigényes volta miatt nem történtek kutatások ezek alkalmazhatóságáról a képelemző eljárásokban. A számítógépek teljesítményének dinamikus növekedése indokolttá tenné egy újabb kutatást a szélesebb körű alkalmazhatóság reményében.

*Az árapasztó tározók területén történő tájgazdálkodás* tervezése során a cél nem elsősorban vizes élőhelyek kialakítása és állapotuk fenntartása, megőrzése, hanem az ártér (adott esetben a tározótér, de lehetőség szerint az öblözetnek a tározóval nem érintett része is) térszintjeinek megfelelő természetközeli tájgazdálkodási rendszer kialakítása. A rendelkezésre álló térinformációs rendszerekből nyert, valamint a

vizsgálatok során összeállított területi adatok, és térképi megjelenítésük alkalmas kiinduló pont a tájgazdálkodás tervezéséhez. Ennek hatékony eszköze a kidolgozott tervezési mátrix, amelyben az egyes térszintekhez hozzárendeljük az elsődleges, illetve másodlagos térhasználati-művelési lehetőségeket. A tározóterület tájgazdálkodására tett javaslatot, vagy javaslatokat ezen lehetőségek kombinációból az aktuális optimalizálási szempont, illetve mérlegelés alapján lehet kiválasztani. A mátrixból kiolvasható, hogy milyen változatok között választhatunk, amikor a jövőbeni hasznosításra vonatkozó javaslatunkat megteesszük. A mátrix segítségével jól látható, hogy mekkora mozgásterünk van ésszerű kompromisszumok kialakítására a javaslat elfogadtatása során. A térinformációs adatok alapján kidolgozott tervező-mátrix praktikus eszköz a tározók tájgazdálkodásának tervezési eljárásában.

Ugyanakkor fontosnak tartom megvizsgálni az új gazdálkodási formára való áttérésnek a foglalkoztatásra gyakorolt várható hatásait, illetve a fenntarthatóság legújabb megközelítésének, a cradle to cradle (C2C) alapelveinek, valamint a harmonikus fejlődés komplex gondolkodásának az alkalmazási lehetőségeit. Ezek ismeretében biztosabban tudná az új tájgazdálkodásra tett javaslatunk kielégíteni a „többfunkciós mezőgazdaság” kritériumait, ide értve a térség gazdasági, környezeti, társadalmi igényeit is..

*Az M7 autópálya fölhasználásával* kapcsolatos vizsgálataim megmutatták, hogy egy pályaszakasz megépítése átlagosan kilométerenként 14-18 ha területhasználattal jár, s hogy jelentős (átlagosan 15-25%-os) az eltérés a tervezett és tényleges igénybevétel között. Igazoltam, hogy a relatíve kis költséggel elérhető közepes felbontású (20x20m) műholdfelvételek is elegendőek az ilyen arányú eltérések kimutatásához. A gyorsforgalmi-úthálózat fejlesztés feladatának jelentős része, például a keresztirányú hálózat (M8, illetve M9 autópályák) kiépítése még előttünk álló feladat. Az ebből adódó közvetlen földhasználat várható mennyisége már önmagában is elegendő okot szolgáltat arra, hogy javasoljuk általános bevezetésre: A területhasználattal kapcsolatos terveket digitális formában kelljen elkészíteni, valamint a tender győztesnek az építés egész ideje alatt, s az azt követő évben negyedévenként be kelljen számolnia a tényleges földhasználatról, digitális térképen is megjelenítve azt. Vizsgálataim megmutatták, hogy ehhez a közepes felbontású (20x20m) műholdfelvételek is elegendőek. A megrendelői oldalon is indokolt lenne évente egy – legalább a kivitelezőnek előírt pontosságú - kontrollméréssel ellenőrizni az építkezést.

Vizsgálataim során azt is tapasztaltam, hogy az autópálya-építés – hasonlóan más vonalas infrastruktúrához (pl. vasút) – átmetszve birtoktesteket és egybefüggő mezőgazdasági táblákat, közvetve is kihat az érintett térségben a fölhasználatra – különösen a mezőgazdasági célúra. A kilencvenes évek közepe óta közel 1000 km gyorsforgalmi út épült. Érdemes lenne a CLC program (II.2.3.1. fejezet) eredményeire is támaszkodva, de kifejezetten az autópályák környezetében lezajlott, illetve folyamatban lévő változásokat (birtokrendszer, művelés, hozam, eltartóképesség, stb.) elemezni. Ennek eredményét figyelembe lehetne venni a későbbi építések tervezésében a nyomvonal meghatározásakor.

*A növényi fejlődés és növekedés* műholdfelvételek feldolgozásával történő becslésének alkalmazhatóságát sikerült új területen, a kukorica vetőmag-termesztésben igazolni. Sikerült továbbá – szintén űrfelvételek segítségével - megkülönböztetni jelentősen eltérő hibridek fejlődését, s így a termesztésük szempontjából legalkalmasabb terület kijelölésben értékes segítséget tudunk adni. Mindezeket úgy lehetett elérni, hogy az irodalomban megszokott NDVI–naptári nap összefüggés helyett a jóval szorosabb kapcsolatot mutató NDVI–tenyésztési hőszezon összefüggés kapcsolat (korrelációt) elemezzük. A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy ha több műholdas felvétel áll rendelkezésünkre, valamint a csapadék illetve talajnedvesség adatokra is tudunk a képekből következtetni, akkor még összetettebb viszonyítási paramétert vizsgálva, még pontosabb becslést adhatnánk a növények fejlődésére.

Napjainkban a gyors és pontos információs szolgáltatások a biztonságos termelés alapkövetelményévé váltak. A távérzékeléssel nyerhető adatok feldolgozásával olyan információk nyerhetők, amelyek a növénytermesztés teljes vertikumában felhasználhatók, mind a technológiai, mind a döntés-előkészítő folyamatokban. Ezeknek az információknak a gyűjtésével, elemzésével az adatfelhasználó (termelő, szaktanácsadó, döntéshozó) hatékonyan tudja nyomon követni a gazdálkodás szempontjából fontos és az adott termőhelyre jellemző jelenségeket. Az ipari feldolgozás technológiája egyenletes árualapot és minőséget feltételez. A tervezhető termelés feltétele a termelés monitoring rendszerének (optimális területek kijelölése, termésbecslés, a növényállomány fejlődésében, növekedésében bekövetkező negatív folyamatok gyors meghatározása stb.) további fejlesztése, végső soron kiépülése.

## VI. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

### 1. Tézis

A digitális (spektrális) képfeldolgozásban igen jelentős szerepet játszó Fourier-soros közelítésekre vonatkozóan bizonítottam, hogy a függvények szélesebb körében alkalmazható egyenletes előállításra:

a) Bármely egyenletesen korlátos, „quasi-matrix” rendszert alkotó, normálisan szummázható ortonormált  $\Phi = (\varphi_n), (n \in N)$  függvényrendszer szerinti általánosított Fourier-sorra bizonyítottam az alábbi tételt:

Tetszőleges  $f \in C(I) \cap L_2(I)$  függvényhez létezik olyan  $\nu : N \leftrightarrow N$  permutáció és olyan  $\{K_i\}, K_i \rightarrow \infty, i \rightarrow \infty$  numerikus sorozat, hogy az  $f$ -hez tartozó  $\Phi$  szerinti Fourier-sor  $\nu$  szerinti átrendezés után képzett részletösszeg-sorozatának  $K_i$  szerinti részsorozata egyenletesen konvergál  $f$ -hez.

Hasonló konvergencia-tételeket bizonítottam Hermite-Fourier-sorokra és Fourier-Freud-sorokra.

b) Igazoltam, hogy a Fourier-sorokat az L- majdnem periodikus függvényosztályban is tudjuk egyenletesen konvergencia előállításra alkalmazni:

Tetszőleges korlátos, véges-dimenzionális, L-majdnem periodikus  $f$  függvény esetén létezik olyan  $\nu : N \leftrightarrow N$  permutáció és olyan  $\{K_i\}, K_i \rightarrow \infty, i \rightarrow \infty$  numerikus sorozat (mindkettő  $f$ -től függő), hogy a  $\nu$  szerint átrendezett Fourier-sor részletösszegeinek  $K_i$  részsorozata lokálisan egyenletesen tart  $f$ -hez.

A fenti tételek bővítik a Fourier-soros függvény-előállítások lehetőségét, s egyúttal erősítik a képfeldolgozás (spektrális eljárások) matematikai megalapozottságát.

### 2. Tézis

A szamos-krasznai és a nagykunsági tervezett árapasztó tározó földhasználatával kapcsolatos vizsgálatok során megmutattam, hogy az meglévő térinformációs adatrendszerekből nyert, valamint a műholdas felvételek alapján meghatározott területi adatok és térképi megjelenítésük alkalmas kiinduló pont a tájgazdálkodás tervezéséhez. Igazoltam, hogy a tájgazdálkodás tervezésnek hatékony eszköze a kidolgozott tervezési mátrix, amelyben az egyes földhasználati térszintekhez hozzárendeljük az elsődleges, illetve másodlagos térhasználati-művelési lehetőségeket. A tervező mátrix segítségével a

tározóterület egészének, vagy egyes részeinek tájgazdálkodására tett javaslatot, vagy javaslatokat a lehetőségek kombinációiból az aktuális optimalizálási szempont, illetve mérlegelés alapján ki lehet választani.

### **3.Tézis**

Bemutattam és statisztikai számításokkal igazoltam az űrfelvételek hasznosíthatóságát a kukorica-vetőmag előállításban az alábbi területeken:

a/ az NDVI (zöldesség) és a kumulált hőösszeg közötti szoros összefüggés igazolása,

b/ az NDVI alapú termésbecslésben alkalmazható optimális időintervallum meghatározása.

c/ annak igazolása, hogy az évjárat és a genotípus kimutatható hatással van az NDVI értékekre.

### **4.Tézis**

Az M7 autópályával kapcsolatos, térinformációs eszközökkel végzett vizsgálataim megmutatták, hogy egy pályaszakasz megépítése átlagosan kilométerenként 14-18 ha területhasználattal jár, s hogy jelentős (átlagosan 15-25%-os) az eltérés a tervezett és tényleges igénybevétel között. Igazoltam, hogy a relatíve kis költséggel elérhető közepes felbontású (20x20m) műholdfelvételek is alkalmasak a tervezett és a tényleges területhasználat közötti jelentős (fenti arányú) eltérések kimutatásához.

### **5.Tézis**

Nagyfelbontású (1m) űrfelvételeken és nagyfelbontású (0,5m) ortofotókon történt mérésorozatok összevetése alapján igazoltam, hogy a gyakorlatban az autópálya építés tényleges és tervezett földhasználata közötti birtokszintű eltérések felderítésére és kimutatására a nagyfelbontású űrfelvételek (IKONOS) a lényegesen drágább nagyfelbontású ortofotók pontosságával alkalmasak.

## VII. ÖSSZEFOGLALÁS

A térinformatika egy korszerű eszköz, amely azonban csak akkor működik jól, ha kellő alázattal közelít a szakterülethez, tudományághoz, amelynek éppen szolgálatában áll. Mivel lényege a modellezés, a mérés és az adatok célszerű rendezése, szükséges, hogy először megismerjük annak a területnek a legfontosabb szakmai alapjait, sajátosságait és fortélyait, amelyet modellezni, majd mérni akarunk, hogy azután a kapott adatok alapján döntéseket hozzunk, vagy döntés-előkészítő anyagokat állítsunk össze. Ezért igyekeztem a dolgozatomban mind a három kutatási-alkalmazási területen (tájhasználat-tervezés árapasztó tározókban, kukorica-vetőmagfejlődési összehasonlító vizsgálatok, illetve földhasználat autópálya-építés során) képet adni arról, mi a feladat lényege, s hogy az adott területen a meglévő, vagy kifejleszhető térinformációs rendszerek hogyan illeszkedhetnek be a megoldási folyamatba és milyen hozzáadott értéket jelenthetnek. A szakterületek kiválasztásánál arra törekedtem, hogy a földhasználat, illetve földhasználat-változás egy-egy jellemző példáját mutassam be.

A dolgozatomban bemutatott térinformatikai alkalmazások mind nagymértékben támaszkodtak napjaink legfontosabb adatnyerési eljárására, a távérzékelésre. Nem véletlenül, hiszen az elmúlt évtizedben különösen nagy fejlődés tapasztalható e területen. Növekedett az adatforrások információtartalma, javult a számítógépek teljesítménye, így egyre nagyobb geometriai és radiometriai felbontású felvételek felhasználására nyílik lehetőség. Ugyanakkor a képadatok pontosítása és „tisztítása” egyre bővülő matematikai módszerek alkalmazását igényli. Dolgozatomban bemutatom a képfeldolgozásban – leginkább a szűrés és javítás területén – igen jelentős szerepet játszó Fourier-típusú függvénysorokra vonatkozó, a függvényapproximáció témakörébe tartozó eredményeimet. Vizsgálataim arra irányultak, hogy függvények minél szélesebb körében lehessen a spektrumanalízist, vagy azzal analóg eljárást alkalmazni a jövőben a képfeldolgozásban.

A napjainkban egyre szélesebb körben terjedő többfunkciós mezőgazdaság egy - a fenntarthatóság követelményeinek megfelelő, az ún. ökoszociális piacgazdaság közegébe ágyazott - környezet- és tájgazdálkodás. Hazánkban az 1990 óta eltelt időszak

rendelkezésre álló adatai két markáns térhasználat-változást fejeznek ki: Egyfelől a városok és elővárosi zónáik, valamint az autópálya-építkezések a mesterséges felszínnek erőteljes térbeli növekedését mutatják; másfelől a mezőgazdasági tulajdonviszonyok és üzemszerkezet megváltozása nyomán bekövetkező változás egyes területeken a sokszínűség, az agrárvidék-visszaalakulás jeleit mutatja. E két területről választottam szakmai témát (autópálya-fejlesztés, illetve tájgazdálkodás-tervezés) a térinformációs rendszerek alkalmazhatóságának bemutatására. Ugyancsak az elmúlt évtizedek hoztak alapvető változást a mezőgazdaságban is: Csak egy, az adott termőterület talajviszonyainak, vízháztartásának, illetve termesztési szempontból meghatározó tényezőinek megfelelő termesztéstechnológia megvalósítása adhat kielégítő választ az új környezetvédelmi és gazdasági kihívásokra. Napjainkban a gyors és pontos információs szolgáltatások a biztonságos termelés alapkövetelményévé váltak. Ezért harmadik témám a növénytermesztés, a növényi fejlődés távérzékeléses vizsgálata.

A Vásárhelyi terv továbbfejlesztése a Tisza mentén árapasztó tározók kiépítését, illetve ezek területén új tájgazdálkodás kialakítását tűzte ki céljául. Dolgozatomban a tervezett nagykunsági és a szamos-krasznai árapasztó tározóra végzett vizsgálatokat elemeztem. A tájgazdálkodási forma lényegében a természeti adottságokhoz illeszkedő gazdálkodást jelent, amelyet igen sok tényező alakít: például a földhasználat természeti adottságai, a klimatikus- és talajviszonyok, a kialakult ágazati megoszlás, a tulajdonosi és használati háttér, a környékre jellemző művelési szokások és ezek változásai. A két vizsgált tározónál a szükséges adatokat különböző forrásokból (részben térinformációs adatrendszerekből) nyerték: az éghajlati és időjárás adatokat meglévő adatbázisokból rendszerezéssel, a talajtani információkat a Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszerből (DKTiR), a múltbeli és a jelenlegi földhasználatot papírtérképek digitalizálásával, illetve a CORINE-50 adatbázisból, az előntési szinteket Digitális Terepmodell (DTM) alapján határozták meg. Az adatokat célszerű, sőt szükséges volt helyhez kötten rendszerezni. Tehát megállapíthattam, hogy a tájgazdálkodás-tervezés természetes eszközei a térinformációs adatrendszerek. Az árapasztó tározók területén történő tájgazdálkodás tervezése során a cél nem elsősorban vizes élőhelyek kialakítása és állapotuk fenntartása, megőrzése, hanem az ártér (adott esetben a tározótér, de lehetőség szerint az öblözetnek a tározóval nem érintett része is) térszintjeinek megfelelő tájgazdálkodási rendszer kialakítása.

A térképi megjelenítés jelentős segítséget adott mind a tározóterület-hasznosítás, mind az új vízkormányzás kialakításához. A tározó területének hasznosítására tett javaslatok az egyes térszintek és a művelési módok kombinációjából lettek kialakítva, így az egyes hasznosítási szinthez több gazdálkodási forma (szántó, legelő stb.) is tartozhat. Ezek térképeken jól nyomon követhetőek a jelenlegi műveléssel és birtokrendszerrel összevethető formában. Az elkészült térképi megjelenítésű adatállományok nem csak a tervezők számára, de területen érintettek (civiliek, gazdálkodók, önkormányzatok) számára is közérthető támpontokat, és argumentációt jelentenek. Mivel a javaslatokból megoldás csak az érintettek együttműködésével lehetséges, ezért a térképi megjelenítés (és térinformációs rendszerek alkalmazása) nemcsak hasznos, hanem nélkülözhetetlen eszköze is a tájhasználat tervezésnek. A kidolgozott földhasználati tervezési mátrix, amelyben az egyes térszintekhez hozzárendeljük az elsődleges, illetve másodlagos térhasználati-gazdálkodási lehetőségeket, praktikus eszköz arra, hogy a tározóterület tájgazdálkodására tett javaslatunkat ezen lehetőségek kombinációiból az aktuális optimalizálási szempontok, illetve mérlegelés alapján kiválasszuk. Ugyanakkor fontosnak tartom az új gazdálkodási formára való áttérésnek a foglalkoztatásra gyakorolt várható hatásait, illetve a fenntarthatóság legújabb megközelítésének, a „cradle to cradle” (C2C) alapelveinek az alkalmazási lehetőségeit megvizsgálni, és eredményét bevonni a tervezési eljárásba. Csak ezek figyelembe vételével tudunk az új tájgazdálkodásra tett javaslatunkkal a „többfunkciós mezőgazdaság” kritériumainak megfelelő, a tér gazdasági, környezeti és társadalmi, regionális funkcióit egyaránt figyelembe vevő rendszert létrehozni.

Dolgozatomban tehát megmutattam, hogy az elérhető térinformációs adatrendszerek és a műholdas felvételek alapján elkészített tájgazdálkodási tervek kiindulási alapul szolgálhatnak egy új, természetközeli térhasználathoz, de végleges kialakításuk előtt szükséges néhány célirányos vizsgálat lefolytatása a javaslatok (változatok) várható gazdasági, ezen belül is különösen lakosságmegetartó hatására.

A globalizáció regionális kihívása, a rendszerváltás és az uniós csatlakozásunk együttes hatásai nyilvánvalóvá tették, hogy Magyarország számára két komparatív előny is kínálkozik a globális gazdaságba történő bekapcsolódásra: az egyik a tudásunkra, szakképzettségünkre alapozó globális üzleti szolgáltatások, K+F központok és egyéb

jelentős hozzáadott értékű termékek területe; a másik a földrajzi elhelyezkedésünkre és közlekedési infrastruktúránkra építve a nemzetközi szállítmányozás és logisztika. Ez utóbbi jelentős területhasználattal jár. Az autópályák területhasználata alapvetően eldől a hálózattervezés fázisában, de véglegessé a nyomvonal rögzítésekor válik. A korszerű közlekedési hálózattervezés számos szakmai terület együttes alkalmazását igénylő feladat. Az elvárások a funkcionalitás és gazdaságosság mellett egyre inkább kiterjednek a természetes és emberi környezetre gyakorolt hatás elemzésére és a területfejlesztés és termőföld-gazdálkodás távlati célkitűzéseinek figyelembevételére. Ez a komplexitás térinformációs adatrendszerek és eszközök alkalmazását teszi szükségessé. Dolgozatomban bemutattam, hogy az utópályá-tervezések során használnak közvetlen, illetve statisztikai adatokat (népességi, mobilizációs, jövedelmi adatok), digitalizált vagy digitális térképeket (közművek, bányászat), térinformációs programok adatrendszerait (CORINE - Coordination of Information on the Environment, MePAR - Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer) és helyszínen rögzített (elsődleges vízminőségi, agrárgazdálkodási) információkat. De nemcsak a tervezési fázisban, hanem a kivitelezés során, valamint az üzemeltetés időszakában a monitorozásában is kézenfekvő, hogy a területhasználat-változásait térinformációs eszközökkel kísérjük figyelemmel.

Dolgozatomban az M7 autópálya Balaton és Nagykanizsa közötti szakaszának építése során ténylegesen igénybevett, illetve eredetileg tervezett területhasználatát vettem össze távérzékelés segítségével. Megmutattam, hogy távérzékelte felvételek (már közepes felbontású űrfelvételek is) alkalmasak annak kimutatására, hogy egy pályaszakasz megépítése átlagosan mintegy 14-18 ha/km területhasználattal jár, s hogy ennek mértéke jelentősen meghaladja-e a kivitelezés során a tervezettet. Mivel a gyorsforgalmi-úthálózat fejlesztés feladatának jelentős része, például a keresztirányú hálózat (M8, illetve M9 autópályák) kiépítése még előttünk álló feladat, ezért a jövőben a kivitelezőktől megkövetelhető lenne, hogy földhasználatát évente, előírt pontosságú űrfelvételen alapuló, előírt maximális középhibájú méréssel igazolja. Vizsgálataim során azt is tapasztaltam, hogy az autópálya építés – hasonlóan más vonalas infrastruktúrához – átmetszve birtoktesteket és egybefüggő mezőgazdasági táblákat, közvetve is kihat az érintett térségben a földhasználatra – különösen a mezőgazdasági célúra. Hasznos lenne műholdfelvételekre támaszkodva megvizsgálni a megépült autópályák környezetében lezajlott, illetve folyamatban lévő változásokat.

Hazánk mezőgazdasági célú földhasználati feltételei lényegesen jobbak, mint a világátlag, vagy az EU15 átlaga. Éppen ezért nagy jelentőségű, hogy területünk kitűnő adottságait a precíziós mezőgazdaság segítségével kiaknázzuk. A kukorica-vetőmag előállítás vizsgálata 2004 és 2007 között folyamatosan történt kitűnő adottságú területeken Hajdúszoboszló (Hajdú-Bihar megye) térségében. A vizsgált években 68 mezőgazdasági táblán történtek fenológiai megfigyelések heti átlagban két alkalommal.

Dolgozatomban igazoltam, hogy műholdfelvételek alkalmasak a kukorica-vetőmag fejlődésének becslésére. A FÖMI által rendelkezésre bocsátott LANDSAT felvételekből átlagosan 4 darabot tudunk felhasználni egy adott tenyészidőszakban. Mivel a kukorica vetőmag előállítása hazánk legkedvezőbb adottságú területein, magas színvonalú termesztéstechnológiával (optimális tápanyag-gazdálkodás és öntözés) történik, ezért a Normalizált Vegetációs Index (NDVI) értékek változását a szakirodalomtól eltérően, nem az év adott napjának, hanem a vetéstől kezdődően kumulált hőösszegnek a függvényében sikerült becsülnünk. Dolgozatomban igazoltam azt is, hogy a műholdfelvételek segítségével meghatározhatók a különböző hibridek számára legkedvezőbb földterületek.

## VII. SUMMARY

Geographic Information System (GIS) is a modern instrument which, however, only works well if it approaches its served field of research or branch of science with proper respect. Since its essence is modelling and measurement, it is necessary to become acquainted with the most important professional bases, features and tricks of the field we intend to model and measure in order to make decision or compile decision preparing materials. Therefore, in my thesis I intended to provide pictures about all of my research fields (landscape utilisation-planning in spillway reservoirs, maize sowing seed development comparative analyses and land use during motorway construction) and about how the existing or evolvable geographic information systems adapt themselves to the solving processes and what added value they represent.

The applications of Geographic Information Systems I have presented, all relies on remote sensing that is one of the most important data collection methods nowadays. It is due to the extremely high development of this field recently. The information content of data sources and also the processing capacity of the computers increased so the available photos are higher in geometric and radiometric resolution. There is a need for methods to help filtering, examining and correcting images recorded by different sensors. I have developed mathematical methods mainly using Fourier-series and function approximation. The aim of those is to extend the type of functions for spectrum analysis in processing of images made by satellites.

Multifunctional agriculture becoming more and more widespread nowadays is an environmental and landscape management embedded in social market economy which meets the requirements of sustainability. In Hungary data since the 1990s reflect two remarkable changes is field utilization. On the one hand, they show a dynamic spatial increase in artificial surfaces in towns and suburbs as well as by motorway constructions. On the other hand, changes in agricultural properties and operational frameworks show the signs of restoration of variegation and agrarian region. The topic of this paper is chosen from these two areas of research (motorway development and landscape management) to be able to demonstrate the applicability of Geographical

Information Systems. The last decades brought fundamental changes in agriculture as well. Only the implantation of a single cropping technology which matches the description of the ground, water balance, as well as factors essential for cropping in the particular crop land could give an answer for the new environmental and economic challenges. Nowadays fast and accurate information services have become basic requirements of secure production. For this reason I have chosen cultivation and seed growth examination with remote sensing as a third topic.

The improved Vásárhelyi-plan has as its objective to build spillway reservoirs alongside the Tisza River and to elaborate new landscape management in these areas. In the present paper examinations of planned spillway reservoir in the region of Nagykunság and Szamos-Kraszna are analysed. Basically, the method of landscape management means a management which conforms to the natural endowments and which is formed by many factors: e.g. natural endowments of the land use, climatic and soil conditions, inundation levels and conditions of water regime, proprietary and utilisation background. At the two reservoirs under examination data were gained from various resources (partly from Geographic Information Systems). The climatic and weather data were gained by systematizing already existing database, information about soil science was gained from the Digital Kreybig Soil Science System, old and current field usage were discovered by digitalising paper maps, as well as database suffusion levels from CORINE-50 were determined based on Digital Field Model. Data had to be organized according to location therefore enabling me to say that the Spatial Information Systems are natural instruments of landscape management. During the design of landscape engineering in the territory of spillway reservoirs the aim is not only to establish, maintain and preserve water habitat but also the establishment of a landscape engineering system matching the ground level of floodplain (or the territory of the reservoir as well as part of the watercourse which does not connect the reservoir).

Map display helped significantly in developing reservoir area utilization as well as new water management. Proposals made on the utilization of the reservoir area came from the combination of the certain ground levels and methods of cultivation, thus more ways of farming (plough land, pasture, etc.) can be attached to the utilization levels. These can be easily seen on the maps and are also comparable with the present cultivation

methods and estate system. The completed map display data bases provide clear bases and argumentation not only for the designers but also for others concerned with the issue (civilians, farmers, local authorities). Since decision between the proposals are only possible by the cooperation of all the concerned, the usage of map display (and space information systems) is not only a useful but also an indispensable instrument of field utilization designing. The elaborated project matrix in which primary and secondary courses of land use and farming are linked to certain ground levels is a practical instrument for choosing our proposal on the landscape management of the storage area from the combination of these possibilities by considering the actual aspects of optimization. At the same time examination of the expectable results of adopting the new method of farming on employment and of the possibilities for applying the latest approach of sustainability, the 'cradle to cradle' (C2C) principle, seems to be needed, as well as the initiation of its results to the designing process. Our proposal on the new landscape management can create a system matching the criteria of 'multifunctional agriculture' and taking into consideration the economic, environmental, social and regional functions of space only by considering the above mentioned.

It became apparent in my paper that landscape management plans made up on the basis of the available Geographic Information Systems and satellite photographs can serve as ground for a new and environment friendly land use, but before finalizing these plans some expedient examinations are needed on the expectable economical, mainly population preserving results of the proposals and variants.

The regional challenge of globalization and the common impacts of Hungary's change of political regime and joining the EU made it obvious that two comparative advantage presents itself for the country in joining the global economy: one of them is the field of the global business services based on our knowledge and qualification, Research and Development centers and other products of additional value, the other is international transportation and logistics resulting from the geographical position and transport infrastructure of the country. The latter involves significant territory usage. The territory usage of the motorways is basically decided in the phase of network design, but is made final at the determination of the track. Modern transport network design is a task demanding the cooperation of numerous professional fields. Beyond functionality and economical concerns, requirements start to include the analysis of the impact on natural

and human environment and consideration of the long-range objectives of regional development and arable land management. This complexity makes the application of Geographical Information Systems and space-devices necessary. It was shown in my paper that during motorway designing direct and statistic data (population, mobilization, income), digitalized or digital maps (public utilities, mining), data systems of space informational programs (CORINE - Coordination of Information on the Environment, MePAR – Hungarian Agricultural Parcel Identifying System) and information taken on the spot (primary water quality, agriculture) are being used. However, not only in the phase of the designing, but also during the construction and at the monitoring in the operation period is it obvious to follow the changes in field utilizing with attention by Geographical Information Systems, especially by remote sensing.

In my work I compared the planned and the real territory usage of the motorway constructions between Nagykanizsa and Lake Balaton (part of M7). The real usage is measured with remote sensing. I have shown that the measurements made by these sensors, even if we speak about medium resolution photographs from space, can be used to decide whether the territory usage significantly exceeds the average planned 14-18 ha/km volume. In future motorway constructions it can be required that the land use should not exceed a given ha/km and could be also required to be verified yearly with the latter measurements at a given accuracy which is rather easy to perform. These requirements could also be applied to the construction of M8 and M9 dual carriage ways which are to be completed in the near future as a termination of Hungarian motorway network constructions. In my investigation I have found that the motorway constructions, - like any other linear infrastructure, - have secondary effects on the agricultural land distribution in the region by splitting agricultural plots to smaller pieces. It would be beneficial to examine the effect of accomplished and ongoing constructions using satellite photographs.

The agricultural potential in the Hungarian fertile soil is far better than the world average or even the average of the EU15. For this reason it is essential to exploit it with high precision. In the region of Hajdúszoboszló (in Hajdú-Bihar Country) there has been an extensive examination of maize seed production between 2005 and 2007 on fields with outstanding conditions. These phenological observations took place on 68 agricultural plots twice a week on the average.

I have shown that the satellite photographs can be used to estimate the development of maize sowing seed. We could use four of the LANDSTADT records provided by FOMI for a given season in average. Since maize sowing seed is produced mainly on the cornfields of the best potentials with high standard production technology (irrigated cultivation and optimal nutriment exertion) the Normalized Vegetation Index (NDVI) values could only be estimated as a function of the effective temperature cumulated from the date of sowing (GDD) and not the given day of the year as it is in the literature. I have also shown that the most suitable fields for each maize hybrid can also be found using the satellite photographs.

## IX. PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK

- 1 Ádám – Bányai – Borza – Busics – Kenyeres – Krauter – Takács: 2004.  
Műholdas helymeghatározás. Műegyetemi Kiadó, Budapest
- 2 Alföldi L.: 1999: A vízgazdálkodás jelenének, jövőjének kérdései. Ezredforduló -  
Stratégiai kutatások a Magyar Tudományos Akadémián, I.kötet 3-8.
- 3 Álló Géza - Hegedűs Gy. Csaba - Kelemen Dezső - Szabó József: 1989. A  
digitális képfeldolgozás alapproblémái. Akadémia kiadó, Budapest
- 4 Ángyán J. – Fésűs I. – Podmaniczky L. – Tar F. – Vajnáné Madarassy A. (szerk.):  
1999. Nemzeti Agrár-környezetvédelmi Program - a környezetkímélő, a természet  
védelmét és a táj megőrzését szolgáló mezőgazdasági termelési módszerek  
támogatására. Agrár-környezetgazdálkodási tanulmánykötetek 1. kötet,  
Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium, Budapest
- 5 Ángyán J.: 1985. Nagyüzemi árukukorica-termesztés – A kukoricatermesztés  
területi elhelyezése. In: Menyhért Z. (szerk.) A kukoricatermesztés kézikönyve.  
Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 199-228.
- 6 Ángyán J.: 2001. Az európai agrármodell, a magyar útkeresés és a  
környezetgazdálkodás. Agroinform Kiadóház, Budapest
- 7 Ángyán József – Szalai Tamás – Fodor Zoltán – Lőrincz Renáta – Nagy Gábor:  
2005. A földhasználat alakulása, A talajok jelentősége a 21. században [In:  
Magyarország az ezredfordulón – Stratégiai tanulmányok a Magyar Tudományos  
Akadémián II. Az agrárium helyzete és jövője], MTA Társadalomkutató Központ,  
Budapest, 35-58.
- 8 Asner, G.P.: 1998. Biophysical and biochemical sources of variability in canopy  
reflectance, Remote Sensing of Environment, 234-253.
- 9 Balcsók István: 2009. Tartós válságban – Munkaerő-piaci folyamatok az Észak-  
alföldi régió kistérségeiben. [In: Baranyai B., Nagy J. (szerk.) Tanulmányok az  
agrár- és a regionális tudományok köréből az észak-alföldi régióban] DE AMTC,  
Debrecen, 93-108.
- 10 Bangemann, M.: 1995. Bangemann Report, Europe and the Global Information  
Society, [http://www.medicif.org/Dig\\_library/ECdocs/reports/Bangemann.htm](http://www.medicif.org/Dig_library/ECdocs/reports/Bangemann.htm)
- 11 Baranyai Béla: 2009. A határmentiség és a határon átnyúló kapcsolatok kistérségi  
dimenziói. [In: Baranyai B.-Nagy J. (szerk.) Tanulmányok az agrár- és a

- regionális tudományok köréből az észak-alföldi régióban.] DE AMTC, Debrecen, 59-76.
- 12 Baranyai F. – Fekete A. – Kovács I.: 1987. A magyarországi talajtápanyag-vizsgálatok eredményei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
  - 13 Baumgardner, M.F. – Silva, L.F. – Biehl, L.L. – Stoner, E.R.: 1985. Reflectance properties of soils, *Adv. Agron.* 38. 1-44.
  - 14 Bell, D.: 1973. *The Coming of Post-Industrial Society*, Basic Books, New York
  - 15 Bellanger, M.: 1989. *Digital Processing of Signals* (2nd ed.), John Wiley & Sons, Chichester
  - 16 Bernhardsen, T.: 1999. Choosing a GIS. [In: Longley, P.A. at al. (ed): *Geographical Information Systems*] John Willey & Sons, NY, Vol.1.
  - 17 Berzsenyi Z. – Dang, Q.L.: 2005. Kukorica- (*Zea mays* L.) hibridek vetésidő-, N-műtrágya- és növényszám reakciója eltérő évjáratokban. [In: Nagy J. (szerk) *Kukorica hibridek adaptációs képessége és terméshozama.*] DEAC Debrecen, 74-90.
  - 18 Besicovitch, A.S.: 1932. *Almost periodic functions*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, Zbl 4.
  - 19 Bill, R.: 1999. *Grundlagen der Geo-Informationen-Systeme*, Herbert Wichmann Verlag, Heidelberg
  - 20 Blackburn, G.A.: 1998. Special indices for estimating photosynthetic pigment concentration: A test using senescent tree leaves. *International Journal of Remote Sensing*, (19) 657-675.
  - 21 Borza T. - Fejes I. - Galambos I. - Horváth T. - Kenyeres A.: 2005. EUPOS megvalósítási tanulmány. IHM-MŰI megbízásából FÖMI Kozmikus Geodéziai Observatórium, Pécs
  - 22 Borza Tibor - Fejes István - Horváth Tamás: 2006. Precíz valós idejű műholdas helymeghatározás: Az első DGPS megoldástól az EUPOS-ig. *Híradástechnika* 2006/4. 12 – 16.
  - 23 *Broadband Electronic Communications in Hungary 2004*, IHM, Budapest
  - 24 Busko, E.: 1970. Functions continues ... de Fourier, *Studia Math.* (34) 319-337.
  - 25 Büttner G. – Bíró M. – Maucha G. – Petrik O.: 2001. Land Cover Mapping at scale 1:50000 in Hungary: Lessons learnt from the European CORINE programme. [In: Buchroithner (ed.) *A Decade of Trans-European Remote Sensing*

- Cooperation] Balkema, Rotterdam, 25-31.
- 26 Büttner G. – Feranec, J. – Jaffrain, G. – Mari L. – Maucha G. – Soukup, T.: 2004. The CORINE Land Cover 2000 Project. EARSeL eProceedings 3(3), Paris 331-346.
- 27 Büttner G. - Maucha G. - Kosztra B.: 2002. Towards agri-environmental indicators using land cover changes derived from CORINE Land Cover data. [In: Gallego J.(ed.), Building Agro Environmental Indicators] European Communities
- 28 Büttner G. - Maucha G.: 1995. Image Processing for CORINE Land Cover – Hungary. [In: Askne (ed.) Sensors and Environmental Applications of Remote Sensing] Balkema, Rotterdam, 31-36.
- 29 Büttner Gy.: 1981. Képiró-olvasó (Coloration) berendezés alkalmazási lehetőségei a távérzékelt adatok feldolgozásában. Geodézia és Kartográfia, 1981/3 193-199.
- 30 Büttner György: 1996. Távérzékelés a világűrűből. [In: Almár-Both-Horváth-Szabó (szerk.) Űrtan] Springer Hungarica, Budapest, 216-237.
- 31 Carleson, L.: 1966. On convergence and growth of partial sums of Fourier series, Acta Math. (116) 135-157.
- 32 Carlson, T.N. – Capehart, W.J. – Gillies, R.R.: 1995. A new look at a simplified method for remote sensing of daily evapotranspiration. Remote Sensing of Environment, (54) 161-167.
- 33 Castells, M.: 1997. The Information Age. Blackwell, Oxford.
- 34 Chaves, P. S.: 1996 Image-based atmospheric corrections - Revisited and Improved. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 62 (9): 1025-1036.
- 35 Curran, P.J.: 1988. Principles of Remote Sensing, New York
- 36 Csatári Bálint: 2002. Alföld: Új alternatívák. [In: Ezredforuló - Stratégiai Kutatások a Magyar Tudományos Akadémián] 2000/2. 9-15.
- 37 Csatári Bálint: 2008. Kistérségek területhasználatának változásairól. [In: Baranyi Béla, Nagy János (szerk.) Regionalitás és területfejlesztés és modernizáció az Észak-Alföldi régióban.] DE-AMTC & MTA-RKK Debrecen, 343-350.
- 38 Csekő Á.: 2003. Árvíz- és belvízfelmérés radar felvételekkel. Geodézia és Kartográfia, 2003/2. 16-22.
- 39 Csornai G. - Dalia O.: 1991. Távérzékelés. Jegyzet. Erdészeti és Faipari Egyetem FFFK, Székesfehérvár

- 40 Csornai G.: 2003. Mezőgazdasági támogatások térképi alapja. Térinformatika, 2003/5. 10-11.
- 41 Csornai Gábor: 2001. Termésbecslés űrfelvételekkel. Természet Világa 2001/II. különszám 5-9.
- 42 Detrekői Á.: 1999. Kiegyenlítő számítások. Tankönyvkiadó, Budapest
- 43 Detrekői Ákos – Szabó György: 2002. Térinformatika. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
- 44 Detrekői Ákos – Szabó György: 2008. Helymeghatározási technológiák. [In: Dömölki B. (szerk.) Égen-földön informatika – Az információs társadalom technológiai távlatai] NHIT, Budapest, 614-630.
- 45 Dobos A. – Kovács J. – Nagy J.: 2000. Evaluation of agricultural land use in Hungary's 'three-border' region. Acta Agron. Hung. 48. évf. 1.sz. 89-94.
- 46 Dobos Attila - Víg Róbert - Pongrácz Zoltán: 2005. A növényállomány heterogenitásának értékelése beltenyésztett kukoricavonalon. [In: Nagy J. (szerk.) Kukorica hibridek adaptációs képessége és termésbiztonsága] DEAC, Debrecen 215-226.
- 47 Dömölki B. (szerk.): 2008. Égen-Földön Informatika – Az információs társadalom technológiai távlatai. NHIT-TYPOTEX, Budapest
- 48 Dömsödi János: 1999. Földhasználati reform az ezredforduló után. Geodézia és Kartográfia 1999. LI. (II.) 17-22.
- 49 Dömsödi János: 2000. A földhasználat szerepe a táj kialakulásában és változásában. [In: A táj változása a Kárpát-medencében (2000. június) c. konferencia kiadványkötete.] Szent István Egyetem, Gödöllő
- 50 Dövényi-Nagy Tamás: 2005. Talajvizsgálati eredmények online dinamikus térképi ábrázolása. [In: Nagy J. (szerk.) Kukorica hibridek adaptációs képessége és termésbiztonsága.] DEAC, Debrecen, 177-188.
- 51 Erz, W.: 1978. Problem der Integration des Naturschutzgesetzes in Landnutzungsprogramme. TUB, Zeitschrift der Technischen Universität, Berlin
- 52 [European Space Policy, Brussels COM\(2007\) 212](http://ec.europa.eu/enterprise/space/index_en.html)  
[http://ec.europa.eu/enterprise/space/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/enterprise/space/index_en.html)
- 53 Farkas J.: 2006. MTA RKK ATI, Kecskemét 2006. (EEA Copenhagen 2005)
- 54 Farkas Miklós (szerk.): 1979. Matematika Kislexikon. Műszaki Könyvkiadó, Budapest

- 55 Fensholt, R. - Sandholt, I. - Rasmussen, M.S.: 2004. Evaluation of MODIS LAI, fAPAR and the relation between fAPAR and NDVI in a semi-arid environment using in situ measurements. *Remote Sensing of Environment* 91(3-4) 490-507.
- 56 Frederiksen, P.: 1981. Terrain analysis and accuracy prediction by means of the Fourier transformation. *Photogrammetria*, 36 (1981)
- 57 Frey Sándor: 2008. Mezőgazdaság – Földközélen a világúr. *Természet Világa* 2008. I. különszám 27-29.
- 58 [GALILEO – European Satellite Navigation System](http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_stransport/galileo),  
[http://europa.eu.int/comm/dgs/energy\\_stransport/galileo](http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_stransport/galileo)
- 59 Gallego J. (ed.): 2002. Building Agro Environmental Indicators, EUR Report 20521, European Communities, Ispra (Italy)
- 60 Glass, A.D.M.: 1989. Plant Nutrition. An Introduction to Current Concepts. Janes and Bartlett Publishers, Boston
- 61 [GMES \(Global Monitoring for Environment and Security\) www.gmes.info](http://www.gmes.info)
- 62 Hamza E. – Mirkó K. – Székely E. – Tóth E.: 2002. Az agrárgazdaság átalakuló szerepe a vidéki foglalkoztatásban, különös tekintettel az EU csatlakozásra. *Agrárgazdasági tanulmányok 2002 (4.sz)* 5-143.
- 63 Haraszthy L. (szerk.): 2007. Hazánk környezeti állapota 2006. KvVM, Budapest
- 64 Haraszthy László: 2008. Földhasználat a magyarországi védett természeti területeken. [In: Dömsödi J. (szerk.) *Birtokpolitika és földkérdés a második ezredforduló utáni Magyarországon* (Székesfehérvár, 2008. június 26-27.) Konferencia előadásainak összefoglalója.] Nyugat-Magyarországi Egyetem, Székesfehérvár, 17-18.
- 65 Harsányi Endre – Széles Adrienn – Harsányi Gergely: 2001. A birtokszerkezet alakulása Magyarországon. [In: Baranyi Béla, Nagy János (szerk.) *Területfejlesztés, agrárium és regionalitás Magyarországon*] DE-AMTC & MTA-RKK, Debrecen, 221-228.
- 66 Huete, A.R.: 1988. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). – *Remote Sensing of Environment* Vol.25.(1988) 295-309.
- 67 INSPIRE 2007: EU Direktíva az INSPIRE létrehozásáról, 2/2007/EC, Strassbourg
- 68 Jensen, J.R.: 2000. Remote sensing of the environment: An earth resource perspective, Prentice-Hall, Upper Saddle River
- 69 Kahane, J.P. – Katznelson, Y.: 1965. Sur les series de Fourier uniformement

- convergentes, C.R. Acad. Sci. Paris (261) 3025-3028.
- 70 Kálnoki Kis Sándor: 2003. A gyorsforgalmi úthálózat fejlesztésének gazdaságélénkítő hatása, Budapest
- 71 Konecny, G.: 2003. Geoinformation. Taylor & Francis, New York
- 72 Koós Árpád: 1996. Digitális terepmodellek a vezeték nélküli összeköttetések tervezésében. Távközlési Könyvkiadó, Budapest
- 73 Kovács G.: 2000. Az erdőgazdálkodás helye a vidékfejlesztésben. [In: Mátyás Cs. (szerk.) Páneurópai kezdeményezés az erdők védelmére.] FVM EH, Budapest
- 74 Kovács K. (szerk.): 2004. eMagyarország 2004 - az információs társadalom kiépítésének hazai programja. IHM, Budapest
- 75 Kovács K.: 1991. Representations of Continuous Functions by Rearranged Orthogonal Fourier Series. [In: Brezinski, C. et al. (eds.) Orthogonal polynomials and their applications, IMACS (vol.9)] J. C. Baltzer AG. Scientific Publishing Co., Basel, 321-325.
- 76 Kovács K.: 1993. On the Convergence of the Fourier Series of L-almost Periodic Functions. Stud. Sci. Math. Hung. (28) 249-259.
- 77 Kovács K.: 1995. Uniformly Convergent Representations of Functions by Rearranged Hermite-Fourier and Freud Series Expansions. Acta Math. Ac. Sci. Hung. Budapest 67(1995). (1-2.) 19-35.
- 78 Kovács K.: 2005. Az információs társadalom előkészítése. [In: Majtényi L. et al. (szerk.) Az elektronikus információszabadság] Eötvös Károly Intézet, Budapest, 408-413.
- 79 Kovács K.: 2009a. Térinformatika az intelligens infrastruktúra kialakításában a közlekedés példáján, regionális kitekintéssel. [In: Baranyi B., Nagy J. (szerk.) Tanulmányok az agrár- és a regionális tudományok köréből az észak-alföldi régióban.] DE AMTC & MTARKK. Debrecen, 343-358.
- 80 Kovács K.: 2009b. Spatial Informatics for Emission Reduction. [In: Klemes, J. (ed.) Chemical Engineering Transactions Volume 18, Proceedings of PRES'09 May 10-13] AIDIC, Rome 315-320.
- 81 Kovács T.: 2001. A mezőgazdasági üzemek szerkezete 10 évvel a rendszerváltás után. Gazdálkodás, XLV. évf. 6.sz. 44-58.
- 82 Kövesné Gilicze Éva: 2005. A globalizáció hatása a közlekedési rendszer fejlesztésére [In: Magyarország az ezredfordulón – Stratégiai tanulmányok a

- Magyar Tudományos Akadémián VI. Közlekedés és globalizáció] MTA  
Társadalomkutató Központ, Budapest, 215-226.
- 83 Kratky, V.: 1981. Spectral analysis of interpolation. *Photogrammetria*, 37
- 84 Kreybig L.: 1955. Trágyázástan (a talajjelölények és növények okszerű táplálásának irányelvei). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- 85 Láng I. - Csete L. (szerk.): 1992. Alkalmazkodó mezőgazdaság. Agricola Kiadói és Kereskedelmi Kft, Budapest
- 86 Láng István – Csete László – Jolánkai Márton (szerk.): 2007. A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok (A VAHAVA jelentés). Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- 87 Laurini, R. - Thompson, D.: 1992. *Fundamentals of Spatial Information Systems*. Academic Press, London
- 88 Levitan, B.M.: 1953. *Pocsti-Periodiceszkie Funkcii*. Goszugaszsvennoje Izdatelsztvo Tehnyiko-Teoretucseszkoj literaturü, Moszkva
- 89 Lillesand, T.M. – Kiefer, R.V. – Chipman, J.W.: 2004. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Wiley & Sons, New York
- 90 Lóczy D.: 2002. Tájértékelés, földértéklés. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs
- 91 Lodwick G.D. – Feuchtwanger M.: 1987. *Land-related Information Systems*, Department of Surveying Engineering, The University of Calgary, Calgary
- 92 Lóki J.: 1996. Távérzékelés. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen
- 93 Magda Róbert: 2008. A földhasználat és a versenyképesség a harmadik évezred elején. [In: Dömsödi J. (szerk.) *Birtokpolitika és földkérdés a második ezredforduló utáni Magyarországon* (Székesfehérvár, 2008. június 26-27.) Konferencia előadásainak összefoglalója] Nyugat-Magyarországi Egyetem, Székesfehérvár, 65-57.
- 94 Magda S. – Marselek S.: 2003. Az Észak-Magyarországi Régió helyzete, agrártermelésének főbb jellemzői, továbbfejlesztés alapját képező tendenciák. [In: Magda S. – Marselek S. (szerk.): *Észak-Magyarország agrárfejlesztésének lehetőségei*] Agroinform Kiadó
- 95 Magyarország vízkészleteinek állapotértékelése, VITUKI Kht, Budapest, 2004
- 96 Markham, B.L. - Barker, J.L.: 1986. Landsat MSS and TM post-calibration dynamic ranges, exoatmospheric reflectances and at-satellite temperatures. EOSAT Technical Notes, August

- 97 Márkus B.: 1983. Digitális domborzatmodellezés. Geodézia és Kartográfia, 21-25.
- 98 Márkus J.-Németh T.-Winkler P.-Zörög Z.: 1999. A GPS-szel integrált rendszerek jelene és jövője az agrárgazdaságban és a mezőgazdasági kutatásokban. [In: Harnos Zs. (szerk.) Agrárinformatika '99] DEAC, Debrecen, 120-125.
- 99 Marquire D.J.: 1991. An overview and definition of GIS. [In: Marquire et al. (ed.), Geographical Information Systems] Longman, London, Vol.1. 1-26.
- 100 Maucha Gergely: 2006. Land Cover statistics based on CORINE Land Cover databases in Hungary (Report), FÖMI, Budapest
- 101 Mensov, D.:1944. Sur les Sommes partielles des series Fourier des fonctions continues, Math. Sb. (15) 385-432.
- 102 Merle, G. – Späth, H.: 1974. Computational Experiences with Discrete Lp-approximation. Computing 1974/12. 315-321.
- 103 Meskó A.: 1984. Digital filtering. Akadémiai Kiadó, Budapest
- 104 Mészáros K. – Lengyel A.: 2000. Nemzeti erdőstratégia kialakítása. Páneurópai kezdeményezés az erdők védelmére, Mátyás Cs. (szerk.), FVM EH, Budapest
- 105 Mészáros Péter: 2005. Fenntartható közlekedésfejlesztés a globalizálódó világban. [In: Magyarország az ezredfordulón – Stratégiai tanulmányok a Magyar Tudományos Akadémián VI. Közlekedés és globalizáció], MTA TKK, Budapest, 163-190.
- 106 Michelberger Pál: 2005a. A magyarországi közlekedés helyzete az európai uniós csatlakozás idején [In: Magyarország az ezredfordulón – Stratégiai tanulmányok a Magyar Tudományos Akadémián VI. Közlekedés és globalizáció), MTA TKK, Budapest, 11-29.
- 107 Michelberger Pál: 2005b. Globalizáció és közlekedés [In: Magyarország az ezredfordulón – Stratégiai tanulmányok a Magyar Tudományos Akadémián VI. Közlekedés és globalizáció] MTA TKK, Budapest, 111-120.
- 108 Mihály Szabolcs: 2007. Spatial registering and monitoring for sustainable environment and agriculture. [In: Public Service Review of EU] European Union 2007 (issue 13) 90-91.
- 109 MKPK Magyar Közlekedéspolitikai Konceptió 1996: 68/1996. (VII. 9.) OGY határozat a magyar közlekedéspolitikáról és a megvalósításához szükséges legfontosabb feladatokról. Magyar Országgyűlés, Budapest
- 110 Morisette, J. – Privette, J. – Justice C.: 2002. A framework for validation of

- MODIS Land products. Remote Sensing of Environment, 83(2002) 77-96.
- 111 Mucsi L.: 2004. Műholdas távérzékelés. Libellus Kiadó, Szeged
- 112 Nagy J.: 2005a. Földhasználat alakulása Magyarországon. [In: Jávor A. (szerk.) Gyep – Állal – Vidék – Kutatás – Tudomány] DEAC, Debrecen, 12-14.
- 113 Nagy J.: 2005b. Mezőgazdasági földhasználat, szántóföldi növénytermelés és vízgazdálkodás. „Agro-21” füzetek, 2005(41) 38-46.
- 114 Nagy J.: 2006. Multifunkcionális mezőgazdaság. [In: Baranyi B., Nagy J. (szerk.) Területfejlesztés, agrárium és regionalitás Magyarországon] DE-AMTC & MTA-RKK, Debrecen, 191-206.
- 115 Nagy János: 2007. Kukoricatermesztés. Akadémia Kiadó, Budapest
- 116 Nagy Olga: 2008. A termőföldek használati viszonyai. [In: Dömsödi J. (szerk.) Birtokpolitika és földkérdés a második ezredforduló utáni Magyarországon (Székesfehérvár, 2008. június 26-27.) Konferencia előadásainak összefoglalója] Nyugat-Magyarországi Egyetem, Székesfehérvár, 95-100.
- 117 Natanszon, I.P.: 1952. Konstruktív Függvénytan. Akadémiai Kiadó, Budapest
- 118 Németh T.: 1977. A tápanyagellátás hatása a szántóföldi növények minőségére és a környezetre. „Agro-21 Füzetek”, 14.sz. 49-89.
- 119 Németh T.: 2005. Tápanyag-gazdálkodás és talaj a precíziós mezőgazdaságban. [In: Magyarország az ezredfordulón – Stratégiai tanulmányok a Magyar Tudományos Akadémián II. A talajok jelentősége a 21. században] MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, 77-96.
- 120 Nemzeti Erdőstratégia és Erdőprogram – Fehér Könyv. Nemzeti Erdőprogram Iroda, Sopron, 2002.
- 121 Nemzeti Informatikai Stratégia. KHVM, Budapest, 1995.
- 122 NÉS - Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia 2008-2015. H/4978. számú országgyűlési határozat melléklete. Budapest, 2008.
- 123 Nunes De Lima M.V.(ed.): 2005. IMAGE2000 and CLC2000 – Products and Methods. EUR 21757 European Communities, Ispra (Ytaly)
- 124 Nyizsalovszki Rita: 2008. A természeti potenciál hatása a tájhasználatra és a mezőgazdasági termelésre az Észak-Magyarországi régióban [In: Baranyi B., Nagy J. (szerk.) Regionalitás és területfejlesztés és modernizáció az Észak-Alföldi régióban] DE-AMTC & MTA-RKK, Debrecen, 333-342.
- 125 OECD Environmental Data, Compendium 1997, Paris

- 126 Olevskii, A.M.: 1975. Fourier Series with Respect to General Orthogonal Systems. Springer-Verlag, Berlin
- 127 Oppenheim A.W.-Schafer R.W.: 1989. Discrete-time signal processing, Prentice Hall Signal processing series, Englewood Cliffs, N.J.
- 128 Pratt W.K.: 1978. Digital Image Processing. Wiley-Interscience, New York
- 129 Pratt, P.F.: 1984. Nitrogen Use and Nitrate Leaching in Irrigated Agriculture. [In: Nitrogen in Crop Production] ASA-CSSA-SSSA Publication, Madison Wisconsin, 319-333.
- 130 Rátonyi T. – Megyes A. - Nagy J.: 2005. Talajvédő természetstechnológiai rendszerek értékelése. [In: Nagy J. (szerk.) Kukorica hibridek adaptációs képessége és termésbiztonsága.] DEAC, Debrecen, 141-148.
- 131 Remetey – Fülöpp G.: 2001. Földrajzi információs rendszerek. Természet Világa 2001. II. különszám: 13-15.
- 132 Révész, Sz.Gy.: 1990. On the convergence of Fourier series of U.A.P. functions, J. Math. Anal. Appl. (151) 308-317.
- 133 Ritchie, J.T. - NeSmith, D.S.: 1991. Temperature and Crop Development. [In Hanks and Ritchie (eds.): Modeling plant and soil systems] Agronomy (31) 5-29.
- 134 Rouse, J.W. - Haas, R.H. - Schell, J.A.: 1974. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS [In.: Freden, S.C., Mercanti, E.P., Becker, M.A. (ed.) Third Earth Resources Technology Satellite Symposium, December 10-14, 1973] NASA STI Office, Goddard SFC and Washington, D. C., 309-317.
- 135 Sabins, F.F.: 1996. Remote Sensing. Principles and Interpretation. W.H. Freeman and Co., Los Angeles
- 136 Sárközy F. - Závoti J.: 1995. Conceptual data model for modelling of scalar fields and one compression method usable for its implementation. [In: Proceeding of the 4<sup>th</sup> Int. Symposium of TU Wuham] Wuham, China, 1-10.
- 137 Serra J.: 1982. Image analysis and mathematical morphology. Academic Press, New York
- 138 Sinóros-Szabó Botond: 2004. Környezetvédelmi problémák és a regionális fejlődés. [In: Jubileumi Tanácskozás. Slovak Academy of Science Institute of Hidrology] Pozsony
- 139 Soltész Miklós: 1999. Gyümölcstermelésünk jelene és jövője. [In: Ezredforduló – Stratégiai Kutatások a Magyar Tudományos Akadémián] MTA, Budapest, 21-24.

- 140 Solymos R.: 2001. A természetközeli erdő és a természetközeli erdőgazdálkodás helye és szerepe Magyarország erdőstratégiájában. NEP – Helyzetfeltáró tanulmány, Sopron
- 141 Somlyódy L.: 2000. A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései [In: Magyarország az ezredfordulón - Stratégiai tanulmányok a Magyar Tudományos Akadémián] MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, 61-76.
- 142 Szabó J. – Pásztor L. – Bakacsi Zs. – Zágoni B. – Csökli G.: 2000. A Kreybig-féle átnézetes talajtérképek digitális reambulációja; A Kreybig Digitális Talajinformatikai Rendszer (in Hungarian)', Talajvédelem, VIII.3-4. 41-47.
- 143 Szabó L.: 1996. Trace Element Supply of the Arable Land in Hungary. PATE Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely, 218-220.
- 144 Szabolcs I.-Várallyay Gy.: 1978. A talajok termékenységét gátló tényezők Magyarországon. Agrokémia és talajtan 1978(Vol.27.) 181-202.
- 145 Szalai B. (szerk.): 1977. Helsinki folyosók. KHVM Közlekedési Iroda, Budapest
- 146 Szász G.: 1988. Agrometeorológia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- 147 Székely Vladimír: 1994. Képkorrekció, hanganalízis, térszámítás PC-n (Gyors Fourier transzformációs módszerek) Computer Books, Budapest
- 148 Széles A.: 2006. A mezőgazdaság vidéki foglalkoztatásban betöltött szerepét módosító tényezők. [In: Baranyi B., Nagy J. (szerk.) Területfejlesztés, agrárium és regionalitás Magyarországon] DE-AMTC & MTA-RKK, Debrecen, 111-122.
- 149 Széll E. - Szél S. - Kálmán L.: 2005. New maize hybrids from Szeged and their specific production technology – Acta Agronomica Hungarica, (53) 2: 143-152.
- 150 Tánczos Lászlóné: 2005. Magyar felkészülés a közlekedés globalizációjára – Technológiai Előrettekintési Program [In: Magyarország az ezredfordulón – Stratégiai tanulmányok a Magyar Tudományos Akadémián VI. Közlekedés és globalizáció], MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, 227-246.
- 151 Tempfli K. – Makarovic B.: 1979. Transfer functions of interpolation methods. Geo-Processing, 1.
- 152 Tomlin, C.D.: 1990. Geographic Information Systems and Cartographic Modeling, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- 153 Tózsza István (szerk.): 2008. Vizuális közszolgáltatás – Térinformatika és e-Government. HVG-Orac Lap- és Könyvkiadó, Budapest
- 154 Uljanov, P.L.: 1964. Solved and unsolved problems of the theory of trigonometric

- and orthogonal series. *Uspehi Mat. Nauk.* (19) 3-69.
- 155 Ürge-Vorsatz, D. – Novikova, A.: 2008. Klímapolitika - Szén-dioxidkibocsátás-csökkentési lehetőségek és költségek, KvVM, Budapest
- 156 Vajda László: 2009. Beteljesülő remények - a magyar agrárgazdaság az unióban. *Európai Tükör Különszám 2009. március*, 147-156.
- 157 Ványiné Széles A.- Megyes A.: 2009. A hazai kukoricatermesztés eredményeinek értékelése. [In: Baranyi B., Nagy J. (szerk.) *Tanulmányok az agrár- és a regionális tudományok köréből az észak-alföldi régióban*] DE AMTC, Debrecen, 153-176.
- 158 Váradi József: 2002. A Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése, KvVM, Budapest
- 159 Várallyay Gy.: 1974. *Hidrophysical Aspects of Saliniration from the Groundwater. Agrokémia és talajtan.* 1974 (vol.23.) Suppl. 29-44.
- 160 Várallyay Gy.: 1995. A fenntartható mezőgazdaság és a talaj vízgazdálkodása. [In: *A fenntartható fejlődés kérdései a mezőgazdaságban. Georgikon Napok, Keszthely (1995. szeptember 14-15.) kiadvány II. kötet*] Keszthely, 181-193.
- 161 Várallyay Gy.: 2001. A talaj vízgazdálkodása és a környezet. *Magyar Tudomány*, XLVI.(7) 799-815.
- 162 Várallyay Gy.: 2005. A talaj és a víz [In: *Magyarország az ezredfordulón – Stratégiai tanulmányok a Magyar Tudományos Akadémián II. A talajok jelentősége a 21. században*] MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, 61-76.
- 163 Vásárhelyi-terv 2004: A 2004.évi LXVII.törvény a Vásárhelyi-terv továbbfejlesztéséről. Magyar Országgyűlés, Budapest
- 164 Víg R. – Dobos A. – Pongrácz Z.: 2006. A talajheterogenitás vizsgálata a hajdúsági löszháton. [In: Nagy J., Dobos A. (szerk.) *Környezetkímélő növénytermesztés – minőségi termelés*] DEAC MK Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet – MTA-DE FTK, Debrecen, 186-195.
- 165 Víg R. – Dobos A. – Pongrácz Z.: 2007. A precíziós tápanyag-utánpótlást megalapozó talajvizsgálatok Hajdúszoboszló térségében. *Agrártudományi Közlemények – Acta Agraria Debreceniensis.* 26 (2007) 141-148.
- 166 Víg R. – Dobos A. – Pongrácz Z.: 2008a. Csernozjom talajok talajvizsgálati eredményeinek összehasonlító statisztikai értékelése. *Agrártudományi Közlemények – Acta Agraria Debreceniensis.* 30(2008) 93-99.
- 167 Víg R. – Dobos A. – Pongrácz Z.: 2008b. Comparative examination of meadow and chernozem soils on the Hajdúség loess ridge. [In: *VII. Alps – Adria Scientific*

- Workshop. 28 April – 2 May, 2008. Stara Lesna, Slovakia.] Cereal Research Communications. Suppl. 38. 1887-1890.
- 168 Vörös A. – Polányiné Csányi Á.: 2001. Az M8 autópálya várható terület- és gazdaságfejlesztő hatásai, Közlekedéstudományi Szemle, 2001/12.
- 169 Wilson J. P.: Local National, and global applications of GIS in agriculture. [In: Longley P. A. et al.(ed.) Geographical Information Systems (Volume 2)] 981-988.
- 170 Winkler P.: 2003. Magyarország digitális ortofotó programja (MADOP) és nagyfelbontású digitális domborzati modell (DDM) az ország teljes területére. Geodézia és Kartográfia, 2003/12: 3-10.
- 171 Winkler Péter: 2001. A távérzékelés térképészeti alkalmazásai. Lehetőségek a XXI. Század küszöbén. Természet Világa 2001. II. különszám: 9-12.
- 172 Závoti J., 1999: A geodézia korszerű matematikai módszerei. Geomatikai Közlemények II., Sopron
- 173 Závoti J.: 1985. A digitális terepmodell matematikai alapjai és geodéziai alkalmazásai. MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézete (kandidátusi értekezés), Sopron
- 174 Závoti József: 1984. Transfer Functions of Digital Terrain Model Interpolation Methods. Acta Geod. Geoph. Mont. Hung., 19.sz. 3-4.
- 175 Zsolnay Tamás: 2009. Magyarország és az uniós közlekedéspolitiká. Európai Tükör Különszáma, Budapest, 157-170.

## X. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN

### **Lektorált, Magyarországon megjelent idegen nyelvű folyóiratcikk:**

Dobos A. – Kovács K\*. – Víg R. – Nagy J.: 2009. The effects of climate change on the growth and crop of maize (*Zea mays* L.). Időjárás, to appear (2010).

Kovács K.: 1995. Uniformly Convergent Representations of Functions by Rearranged Hermite-Fourier and Freud Series Expansions. *Acta Math.Ac.Sci. Hung.* 67.1-2: 19-35.

Kovács K.: 1993. On the Convergence of the Fourier Series of L-almost Periodic Functions. *Stud. Sci. Math. Hung.* (28) 249-259.

### **Nemzetközi konferencia lektorált kiadványában megjelent idegen nyelvű előadás:**

Kovács K.: 1991. Representations of Continuous Functions by Rearranged Orthogonal Fourier Series. [In: Brezinski, C. et al. (eds.) *Orthogonal polynomials and their applications*, IMACS (vol.9)] J.C. Baltzer AG. Scientific Publishing Co.,Basel, 321-325.

### **Nemzetközi konferencia kiadványában megjelent idegen nyelvű előadás:**

Kovács K.I.: 2009. Spatial Informatics for Emission Reduction. [In: Klemes, J. (ed.) *Chemical Engineering Transactions Volume 18, 2009 Proceedings of PRES'09 May 10-13 2009*] AIDIC, Rome, 315-320.

Kovács K.: 2004. Information Society and the EU Accession. [In: *eEurope 2005 - European Ministerial Conference (26-27 February 2004). Conference Proceedings*] Ministry of Informatics and Communications of Hungary, Budapest, 23-25.

Kovács K.: 1990. On the Convergence of the Fourier Series of L.a.p. Functions. [In: *Conference on Approximation Theory. (6-11. August 1990, Hungary). ABSTRACTS*] J.Bolyai Mathematical Society, Kecskemét, p.37.

**Könyvrész, ill. könyvben megjelent cikk:**

Kovács K.: 2009. Térinformatika az intelligens infrastruktúra kialakításában a közlekedés példáján, regionális kitekintéssel. [In: Baranyi B., Nagy J. (szerk.) Tanulmányok az agrár- és a regionális tudományok köréből az észak-alföldi régióban.] DE AMTC & MTARKK. Debrecen, 343-358.

Kovács K.: 2006. Válasz az információs társadalom kihívásaira. [In: A magyar információs társadalom 2002–2006.] IHM, Budapest, 11-15.

Kovács K.: 2005. Az információs társadalom előkészítése. [In: Majtényi L. et al. (szerk.) Az elektronikus információszabadság] Eötvös Károly Intézet, Budapest, 408-413.

Kovács K.: 1996. Vállalkozóképzési lehetőségek. [Kovács K. (szerk.)] Vállalkozás 2000 Alapítvány, Budapest

**Magyar nyelvű szakfolyóiratcikk:**

Kovács K.: 2004. Nem szabad késlekedni. Híradástechnika (Zombory L. szerk.) Vol. LIX. 1-4.

Kovács K.: 1998. Vasúti és közúti hálózatfejlesztések. Autonómia – Országos önkormányzati szaklap (Kara P. szerk.). XI.évf. jún. 6-7.

Kovács K.: 1997. Autópályák hazánkban: jelen és jövő. Autonómia – Országos önkormányzati szaklap (Kara P. szerk.). X.évf. júl.-aug. 7-8.

**Magyar nyelvű kiadványban megjelent konferencia-előadás:**

Kovács K.: 1995. Bevezető gondolatok. Az információs társadalom és Magyarország. [In: Erdősi F. (szerk.) Hírközlési Főfelügyelet Országos Fóruma] HÍF, Pécs, 5-9.

### **Könyvben megjelent bevezetők, reflexiók:**

Kovács K.: 2009. Gondolatok a Gábor Dénes-díj 20. évfordulójára. [In: Kosztolányi T. (szerk.) 20. Gábor Dénes-díj]. NOVOFER, Budapest, p.17.

Kovács K.: 2006. Bevezető gondolatok az információs társadalom kihívásaira. [In: A magyar információs társadalom 2002–2006.] IHM, Budapest, 4-5.

Kovács K.: 2006. Előszó helyett. [In: Hardy A. (szerk.) Határon túli magyarok informatikai kézikönyve] IHM, Budapest, p.4.

Kovács K.: 2006. Foreword. [In: Both E. (ed.) Space Activities in Hungary 2004-2005.] Hungarian Space Office, Budapest, p.5.

Kovács K.: 2005. Köszöntő. [In: Sere P. (szerk.) A hírközlés és az informatika adatai 2001-2004] IHM, Budapest, p.7.

Kovács K.: 2005. Köszöntő. [In: Majtényi L. et al. (szerk.) Az elektronikus információs szabadság] Eötvös Károly Intézet, Budapest, 10-11

Kovács K.: 2004. The Minister's Foreword. [In: Broadband Electronic Communications in Hungary – 2004] Ministry of Informatics and Communications, Budapest, 4-5.

Kovács K.: 2003. Tisztelt Olvasó. [In: Havass M. et al. (szerk.) Gábor Dénes Díjasok az innováció élvonalában I. kötet] NOVOFER, Budapest, 10-11.

### **Kiadványban megjelent cikk, ill. bevezető:**

Kovács K.: 2006. Köszöntő. [In: Both E. (szerk.) Magyar Iskolai Úratlasz.] IHM & Magyar Úrkutató Iroda, Budapest, p.1.

Kovács K.: 2004. Miniszteri köszöntő. [In: A magyarországi információs társadalom az Európai Unióhoz történő csatlakozás előestéjén] IHM, Budapest, p.4.

Kovács K.: 2003. Kedves leendő internetező Olvasó! [In: Vértes J. (szerk.) Internet abc] IHM, Budapest, p.5.

Kovács K.: 2003. Dear Readers. [In: Hungary in the Information Society 2003] Ministry of Informatics and Communications of Hungary, Budapest, p.1.

## **További konferencia-előadások az értekezés témájában**

Kovács K.: 2006. Academic and Research Networking Infrastructure in Hungary. 2<sup>nd</sup> Hungarian National and International Lifelong Learning Conference. 16-17 March 2006. Budapest.

Kovács K.: 2006. Új környezet, új szabályozás. Az elektronikus média szabályozásának tapasztalatai és lehetőségei. 2006. március 20. Budapest.

Kovács K.: 2006. IT & Média – Innovatív lépések az információs társadalomért. eMagyarország 2006 Szakmai Nap. 2006. január 13. Budapest.

Kovács K.: 2005. Broadband for all in Hungary: Challenges, opportunities and results. Towards a Knowledge Society. 14-15 November 2005. Gothenburg. Sweden.

Kovács K.: 2005. Helyünk a világban – A magyar infokommunikációs szektor 3+1 külpiazi stratégiája. HTEC szakmai nap. 2005. április 7. Budapest.

Kovács K.: 2004. Knowledge Economy and Content. DAT 2004 Conference. 8-9 November 2004. Budapest.

Kovács K.: 2004. A térinformatika szerepe az információs társadalomban. Országos Térinformatikai konferencia. 2004. szeptember 23. Szolnok.

Kovács K.: 2004. Regional aspects in the objectives and practice of the Hungarian Information Society Strategy (Opening Keynote Address). IANIS Annual Conference. 9-11 June 2004. Budapest.

Kovács K.: 2004. Opening Address. Second Galileo Conference for an Enlarged Europe. 27 May 2004. Budapest.

Kovács K.: 2004. Moving towards an integrated Europe (opening address). ITS in Europe Congress and Exhibition. 24 May 2004. Budapest.

Kovács K.: 2003. IT, Medien, Zukunftstechnologien – Perspektiven aus Sicht eines EU-Partners. doIT Kongress. 24 November 2003. Karlsruhe.

Kovács K.: 2003. Magyarság az információs társadalomban – stratégia és programok. Magyarság az információs társadalomban Konferencia. 2003. november 13-14. Nagyvárad.

- Kovács K.: 2003. Lehet-e ma a vidéknek nyertes stratégiája? eMagyarország 2003 Szakmai Nap. 2003. október 30. Nagykanizsa.
- Kovács K.: 2003. Az EU csatlakozás és az űrkutatás. Űrnap. 2003. október 16. Budapest.
- Kovács K.: 2003. Geographic information and developments in Hungary. GSDI (Global Spatial Data Infrastructure) 6. Hungary. 16-19 September 2003. Budapest.
- Kovács K.: 2003. Accessor Countries Vision. European e-Government Conference. 7-8 July 2003. Como. Italy.
- Kovács K.: 2002. Geographic Information Developments in Hungary (The National Spatial Data Strategy and Infrastructure). Th GSDI - Sixth Global Spatial Data Infrastructure Conference. 16-19 September 2002. Budapest.
- Kovács K.: 1996. Hungarian Space Activities. XII IPDC 96 Professional Program. 6 November 1996. Budapest.
- Kovács K.: 1996. Az EDI az információs társadalom építőköve. EDI '96. 20 June 1996. Budapest.
- Kovács K.: 1996. Infrastruktúra és informatika. A magyar gazdaság az információs társadalom és az EU küszöbén, BME-ELTE-MTESZ ankét. 1996. április 17. Budapest.
- Kovács K.: 1995. Regulatory Framework and Competitive Environment. Forum on the Information Society with Central and Eastern European Countries. 23 June 1995. Brussels.
- Kovács K.: 1992. On the Convergence of the Orthogonal Polynomials. 2<sup>nd</sup> International Conference in Functional Analysis and Approximation Theory. 14-19 September 1992. Acquafredda di Maratea. Italy.
- Kovács K.: 1990. Uniformly Convergent Representations of Continuous Functions by Rearranged Orthogonal Series. 3<sup>rd</sup> International Symposium on Orthogonal Polynomials and Their Applications. 1-8 June 1990. Erice. Italy.

# NYILATKOZATOK

## NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Mezőgazdaságtudományi Karán a Kerpely Kálmán Doktori Iskola keretében készítettem el a Debreceni Egyetem ATC MTK doktori (PhD) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2009. szeptember

.....  
jelölt aláírása

## NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy Kovács Kálmán doktorjelölt a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításommal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom.

Debrecen, 2009. szeptember

.....  
témavezető aláírása