

**Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei**

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

**Kovács Kálmán**

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



**DEBRECENI EGYETEM  
Kerpely Kálmán Doktori Iskola**

**Debrecen, 2009.**

## 1. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS ELŐZMÉNYEI ÉS CÉLKITŰZÉSEI

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

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 értéket jelentenek.

Több mint két évtizede dolgozom a Budapesti Műszaki Egyetem Gépészkar 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 földhasználat-hoz kapcsolódó gyakorlati feladatokra (ártéri tájgazdálkodás-tervezés, autópályahálózat-fejlesztések, illetve növényi fejlődés- és termésbecslés eltérő mintaterületeken), amelyek kidolgozásával dolgozatomban részletesen foglalkozom. Valamennyi vizsgálatban felhasználtam az űrfelvételeket, amelyeket 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 jövőképe is – korunk kihívásaira csak a többfunkciós, komplex megoldásokat kínáló válaszok (Nagy, 2006) lesznek versenyképesek. Ezek a válaszok multidiszciplináris megközelítéseket igényelnek (Kovács, 2009b). Dolgozatomban igyekeztem ennek a szemléletnek hangot és teret adni.

#### ***Kutatási célkitűzéseim:***

*Fourier-soros approximáció 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 könnyebb áttekintése, összehasonlítása.

*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., 2008). 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, 2005). 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, 2009a). Vizsgálati területem az M7 autópálya Balaton és Nagykanizsa közötti szakasza. Kutatási célom különböző térinformatikai célú adatnyerések - különösen távérzékelés 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.

## 2. A KUTATÁS MÓDSZEREI

### 2.1. FÜGGVÉNYKÖZELÍTÉSEK FOURIER-SOROKKAL

A térinformációs rendszerek legfontosabb adatnyerő eljárásában, a távérzékelésben fontos szerepet játszó Fourier-soros képfeldolgozás alkalmazhatósági és - azzal szoros összefüggésben – minőségi korlátai elsősorban abból származnak, hogy a képfüggvény, valamint a 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 (Székely, 1994). Céлом az volt, hogy javítsam a Fourier-soros közelítések konvergencia-feltételeit, ezzel erősítve a képfeldolgozás matematikai megalapozottságát és megbízhatóságát.

#### *A vizsgálatban szereplő függvénysorok és függvényosztályok*

Kutatásaim során a függvényközelítésben alkalmazott függvénysorok a klasszikus Fourier-sorok és a - tetszőleges ortonormált rendszerre vonatkozó - általánosított Fourier-sorok, valamint a Hermite-Fourier-sorok, illetve a Freud-sorok (Kovács, 1995). A közelítendő függvények folytonos periodikus és majdnemperiodikus függvényosztályokba tartoznak. A periodikus függvények a műszaki folyamatok leírásának leginkább alkalmazott eszközei. 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, amelyek hol egyező, hol különböző függvényosztályokat írnak le. A kutatásom során használt L-majdnemperiodicitás az egyik legszélesebb meghatározás (Kovács, 1993).

### 2.2. TÁJGAZDÁLKODÁS TERVEZÉSE ÁRAPASZTÓ TÁROZÓK TERÜLETÉRE

*Nagykunsági tározóterület* a Közép-Tiszavidék mezejében, Nagykunság kistájcsoporton belül a Tiszafüred-Kunhegyesi-sík kistájhoz tartozik. *A szamos-krasznai tározóterület* a Felső-Tiszavidék mezejében belül a Szatmári-sík kistájhoz tartozik, annak ÉNY-i részén helyezkedik el.

A mintaterületek mérsékelt meleg-száraz éghajlatú területek. Az évi napfénytartam 1950 és 2000 óra között változik, úgy, hogy a nagykunsági 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 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 csapadék kevés, bizonytalansága nagy, ezért különösen indokolt az öntözéses termesztés. 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 őszi és téli gyakoriak. A vízigényesebb, kevésbé hőigényes szántóföldi és kertészeti kultúrák számára kedvező.

### ***Felhasznált adatforrások és feldolgozási módszerek***

A tározóterületek földhasználatának tervezésében kiinduló adatként felhasznált térinformációs adatok, illetve adatrendszerek közül a legfontosabbak a következők voltak: a terület digitális terepmodellje (*Winkler, 2003*), talajtani-, illetve korábbi és jelenlegi földhasználati adatai. A tározók talajainak talajfizikai jellemzése a Kreybig-féle megközelítés alapján történt. A kép rögzítéséhez és EOY-ba transzformálásához a MagicPro 8.0 szoftver került alkalmazásra. A digitális domborzatmodell létrehozásához ArcView Spatial Analyst modult alkalmazták. A tározó digitális terepmodelljének felépítésekor papír térképekből indultak ki. A Kreybig-féle Átnézetes Talajismereti Térképsorozat térinformatikai adaptációjával és reambulációjával az MTA TAKI által fejlesztett Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszerrel (DKTiR) történt.

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 Légiterv 2000 felvételei, valamint a kataszteri adatok alapján határozták meg.

## **2.3. FEJLŐDÉSI ÉS NÖVEKEDÉSI ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATOK**

A kukorica vetőmag előállítása Hajdúszoboszló térségében hazánk legkedvezőbb adottságú területein történik, a magas színvonalú termesztéstechnológiával.

### **Felhasznált adatforrások és feldolgozása**

*Helyszíni vizsgálattal nyert adatok:* 2004-2007 években rendszeres helyszíni felmérés folyt a Syngenta Seeds Kft. kukorica vetőmag-előállító területein. 68 mezőgazdasági táblán történtek fenológiai megfigyelések heti átlagban két alkalommal.

*A klimatikus adatok meghatározása helyi méréssel, illetve az Országos Meteorológiai Szolgálat által szolgáltatott adatokkal történt. A vizsgált időszakban a klimatikus adottságok – átlagértékeket tekintve - kedvezőek voltak (1.táblázat).*

	<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

1. táblázat: Hajdúszoboszló klímajellemzői (kék szám: kedvezőtlen adat)

Ugyanakkor a lehullott csapadék havi megoszlása már többségében kedvezőtlen ingadozást mutatott. 2007-ben pedig áprilistól júliusig alig fele annyi csapadék hullott, mint a többi esztendőben.

<b>Hónap</b>	<b>Kedvező csapadékmennyiség (mm)</b>	<b>Lehullott csapadékmennyiség (mm)</b>			
		<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
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>

2. táblázat: A csapadékmennyiség havi változása (kék szám: kedvezőtlen adat)

*A távérzékelte felvételeket (geometriailag transzformált 7 csatornás Landsat-5 TM képek) a Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) bocsátotta rendelkezésünkre. Kvantitatív elemzéseknél az egyes „objektum” tulajdonságairól az adott sugárzás mennyiségek, illetve az azokból számított indexek jelentik az információt, így a feldolgozás előtt*

szükséges a radiometriai korrekció elvégzése. Az atmoszférikus és radiometrikus korrekcióhoz a COST modell került alkalmazásra (Chavez, 1996). Ehhez felhasználásra került a szenzor radiancia értékei mellett a zenitszögből és a Nap-Föld távolság is. A korrekciós folyamatban a domborzat torzító hatása nem lett figyelembe véve, mert a vizsgálati területek magassági értékeiben nem volt jelentős eltérés.

<b>Időpont</b>	<b>Nap- magasság</b>	<b>Távolság</b>	<b>Időpont</b>	<b>Nap- magasság</b>	<b>Távolság</b>
2004.05.03.	55.2183306	1.0081037636	2006.05.11.	56.9955304	1.0098622808
2004.06.20.	61.1035966	1.0162423988	2006.06.26.	60.8968669	1.0165293535
2004.07.22.	56.2897385	1.0160135663	2006.07.12.	59.1431592	1.0165657206
2004.08.23.	49.0642815	1.0111828892	2006.08.22.	50.4528317	1.0115552713
2005.05.31.	59.9419450	1.0138853062	2007.05.21.	58.8469306	1.0119992654
2005.06.16.	60.6372514	1.0158609439	2007.06.22.	61.1916058	1.0162809092
2005.07.25.	57.5349300	1.0157273528	2007.07.15.	59.3908567	1.0165340190
2005.08.10.	54.0123307	1.0136905800	2007.08.16.	52.1910118	1.0127893758

3. táblázat: Az alkalmazott Landsat-5 TM képek adatai (Forrás: US Geological Survey)

### *Az értékelés módszere*

A növényi vegetáció állapot felmérésére a közeli infra és a vörös csatornák reflektancia értékeiből számított Normalizált Vegetációs Indexet (NDVI) alkalmaztuk (Rouse et al., 1974). Az NDVI adatok analízise bizonyítottan megbízható módszer a nettó biomassza értékelésére. Az NDVI értékek esetleges instabilitását a – csekély vegetációval fedett felszínen – a talaj színének, illetve nedvességtartalmának varianciája és a legfontosabb klímaváltozók (csapadék, hőmérséklet, evapotranspiráció, napsugárzás, relatív nedvesség) okozzák. A -1 és +1 közötti értéktartományban a dús, egészséges vegetációjú területek NDVI értéke 0,2 és 0,8 között van, de az index értékek kiértékeléséhez szükséges a terepi felvételezések, mintavételek elvégzése. A térinformatikai feldolgozás és elemzés ArcGIS ArcInfo 9.1 és Erdas Imagine Professional 8.7 szoftverkörnyezetben történt. A hőösszeg és az NDVI közötti összefüggést évekre bontva, az NDVI és a terméseredmények közötti összefüggést évekre és megfigyelési időpontokra osztva – regresszió-analízissel vizsgáltuk. Az összefüggések erőssége a korrelációs koefficiens (R) és a determinációs együttható (R<sup>2</sup>) alapján, az összefüggések valóságosága pedig a becslés és a maradékértékek varianciájának hányadosához (F-próbastatisztika) tartozó szignifikancia-érték alapján értékelhető. A statisztikai vizsgálatok 5 százalékos szignifikancia-szinten SPSS 13.0 programcsomaggal történtek.

## 2.4. AUTÓPÁLYA-FEJLESZTÉS TERÜLETHASZNÁLATÁNAK VIZSGÁLATA

Az M7 autópálya az Ukrajnától Adriáig futó V. Helsinki folyosó közötti eleme (Tánczos, 2005). A vizsgált terület az M7 autópálya Balatonkeresztúr és Nagykanizsa közötti szakasza (173,35 km és 206,20 km között), amely érintkezik a Kis-Balatonnal, valamint a Natura 2000-be tartozó térrészekkel, s jelentős részen védett vízbázisok területével.

### ***Területhasználat méréshez felhasznált adatok és feldolgozási módjuk***

A kiindulási adatok egy része papír alapú terv- és tender dokumentációk, valamint a 3 kivitelező építési (illetve kivitelezési) tervei a 3 rész-szakaszra, amelyeket a Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. bocsátott rendelkezésemre kutatási céllal.

A felhasznált dokumentumok:

- 1./ M7 Balatonszárszó-Országhatár szakasz – Engedélyezési terv - Részletes környezeti hatástanulmány – Műszaki leírás IV. (170+765 – 187+485), 2001. aug.
- 2./ M7 Balatonszárszó-Országhatár szakasz – Engedélyezési terv - Kiegészítő környezeti hatástanulmány – Műszaki leírás IV. (170+765 – 187+485), 2001. szept.
- 3./ M7 Balatonszárszó-Országhatár szakasz – Engedélyezési terv - Részletes környezeti hatástanulmány – Műszaki leírás V-VI. (187+485 – 218+227), 2001. aug.
- 4./ M7 Balatonkeresztúr-Nagykanizsa (170+700–206+200km) módosított engedélyezési és kivitelezési terveinek elkészítése és az építési engedélynek megfelelő kivitelezése tárgyában megküldött ajánlattételi felhívásban hivatkozott Ajánlatkérési dokumentáció - 1. kötet – Útmutatások az ajánlattevők részére, 2006. febr.
- 5./ A fenti dok. - 4.a. kötet – Mennyiségi kimutatás tételeinek leírása, 2006. febr.
- 6./ M7 (170,7–206,2km) Balatonkeresztúr-Nagykanizsa –Építési engedélytől való eltérés – 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. aug.
- 8./ M7 Balatonkeresztúr-Nagykanizsa (170+700–206+200 km sz.) – Sávoly – Zalakomár (182+000 – 193+300 km) – Építési terv – Lehatárolási terv, 2005. aug.
- 9./ M7 Balatonkeresztúr-Nagykanizsa (170,7–206,2 km) – M7 Zalakomár - Nagykanizsa (193,3 – 206,2 km) – Kiviteli terv – Lehatárolási terv, 2006. febr.

A kiindulási anyagok másik részét közepes-, illetve nagyfelbontású műholdfelvételek és nagyfelbontású ortofotók képezték, amelyeket a FÖMI bocsátott a rendelkezésünkre:

- *Űrfelvétel: IRS-P6 LISS-III*

Pályamagasság: ~817km; Inklináció: 98,7fok; Felbontás: 20x20m; 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  $\mu\text{m}$

- *Űrfelvétel: IKONOS*

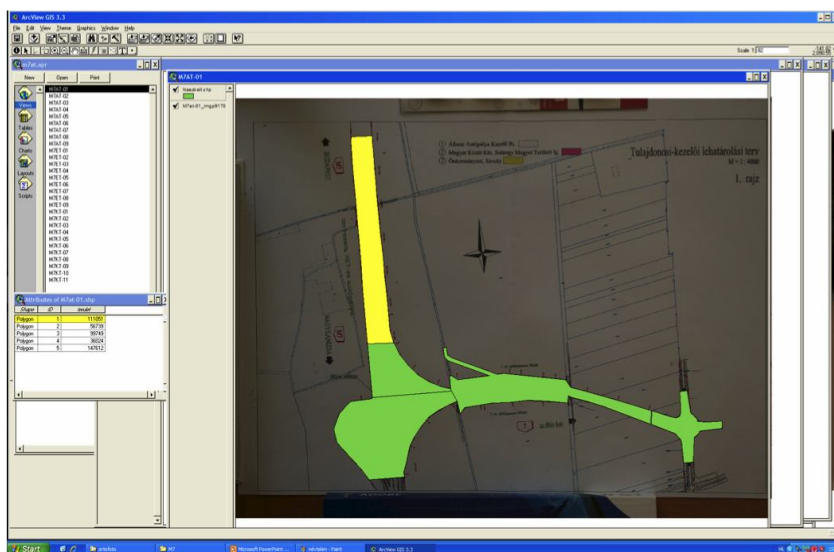
Pályamagasság: ~681km; Inklináció: 98,1fok; Felbontás: Multi 4m, Pan 1m; Sávok száma: 4+1; B1: 0,445 – 0,516 $\mu\text{m}$ , B2: 0,506 – 0,595 $\mu\text{m}$ , B3: 0,632 – 0,698 $\mu\text{m}$ , B4: 0,757 – 0,853 $\mu\text{m}$ , P: 0,526 – 0,929  $\mu\text{m}$ ; Időpont: 2008.06.11. és 18.

- *Légifelvétel: Orto-2008*

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

*A vizsgálat első lépése a területhasználat meghatározása az 1.-6. dokumentumokból.*

*A második lépésében a területhasználat tervezett mértékének meghatározása történt az építési tervek „Lehatárolási terveiből” (7.-9. dokumentumok): először archiváltam az egyes lapokat, majd ArcViewGIS programba EOVB-ba transzformáltam és megmértem.*



1. ábra. Területhasználat-mérés M7 Lehatárolási terven ArcViewGIS-ben

*Vizsgálat harmadik lépésében a tényleges területhasználat meghatározása történt távérzékelte felvételek segítségével. Mivel az IKONOS felvételek az autópálya 173,35km-étől álltak rendelkezésre, ezért a vizsgálatokat az építés e szakaszától végeztem. A ténylegesen igénybevett területek határait vizuális érzékelés után határoztam meg és ArcViewGIS szoftverrel mértem ki.*

### 3. KUTATÁSI EREDMÉNYEK

#### 3.1. FÜGGVÉNYKÖZELÍTÉSEK FOURIER-SOROKKAL

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

##### *Folytonos függvények egyenletes közelítése Fourier-sorral*

Uljanov még 1964-ben 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  ${}_{\nu}S_n(f) \rightarrow f$  (Kovács, 1991). A következő tételekben - jelentősen könnyített feltételek mellett - folytonos függvény ortonormált függvényrendszerek szerinti Fourier-sorára vonatkozólag bizonyítok egyenletes konvergenciát. A tételekben szereplő matematikai fogalmak és a részletek megtalálhatóak a hivatkozásokban (Kovács, 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.

##### *Folytonos függvények egyenletes közelítése további függvénysorokkal*

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

## 2. Tétel

Bármely  $f(x) \in C(\mathbb{R}) \cap L_\infty^*(\mathbb{R}) \cap L_2^*(\mathbb{R})$  függvényhez létezik olyan  $\nu : \mathbb{N} \leftrightarrow \mathbb{N}$  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. Tétel

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

### *Majdnemperiodikus függvények közelítése Fourier-sorral*

Periodikus függvényekre vonatkozó tételek kiterjesztéseként Révész (Révész, 1990) igazolta, hogy bármely  $f$  egyenletesen majdnemperiodikus függvényhez létezik olyan  $\nu : \mathbb{N} \leftrightarrow \mathbb{N}$  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, B. M. Levitan által definiált (később róla elnevezett) L-majdnemperiodikus függvényosztályban (Kovács, 1993) végeztem. Ezen bővebb halmazon sikerült igazolnom az alábbi approximációs tételt:

## 4. Tétel

Bármely  $f$  korlátos, véges dimenziós L-majdnemperiodikus függvényhez létezik olyan  $\nu : \mathbb{N} \leftrightarrow \mathbb{N}$  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.

### 3.2. TÁJGAZDÁLKODÁS TERVEZÉSE ÁRAPASZTÓ TÁROZÓK TERÜLETÉRE

#### *Tagoltság és hasznosítási szintek*

A nagykunsági tervezett tározó az egykori Mírhó-fok öblözetében fekszik. Maga a kistáj 84 és 94 mBf magasságú, szintkülönbségei viszonylag nagyok. A szamos-krasznai tervezett tározó felszíne sík, területének legnagyobb hányada 108,5-111,5 mBf. körüli magasságban helyezkedik el. A felszín megfelelően tagolt. A területen az ún. hidromorf talajsor alakult ki, azaz a közel azonos térszinteken közel azonos típusú a talaj. A DTM-ek, a talajok, az elárasztási szintek, a birtokviszonyok, biológiai folyosók, stb. figyelembe vételével meghatározásra kerültek a tározók hasznosítási térszintjei.

Hasznosítási térszint	A szint jellemzője	Adott tározón belüli terület (ha)	
		Szamos-krasznai	Nagykunsági
I.	Mélyártér	1785	635
II.	Magasártér	1790	1153
III.	Ármentes szint	697	758
IV.	Meglévő erdő és véderdő	422	620
V.	Meglévő víztestek	212	653
VI.	Egyéb hasznosítás	209	223
Összesen		5115	4042

4. táblázat Hasznosítási szintek területe a tározókban

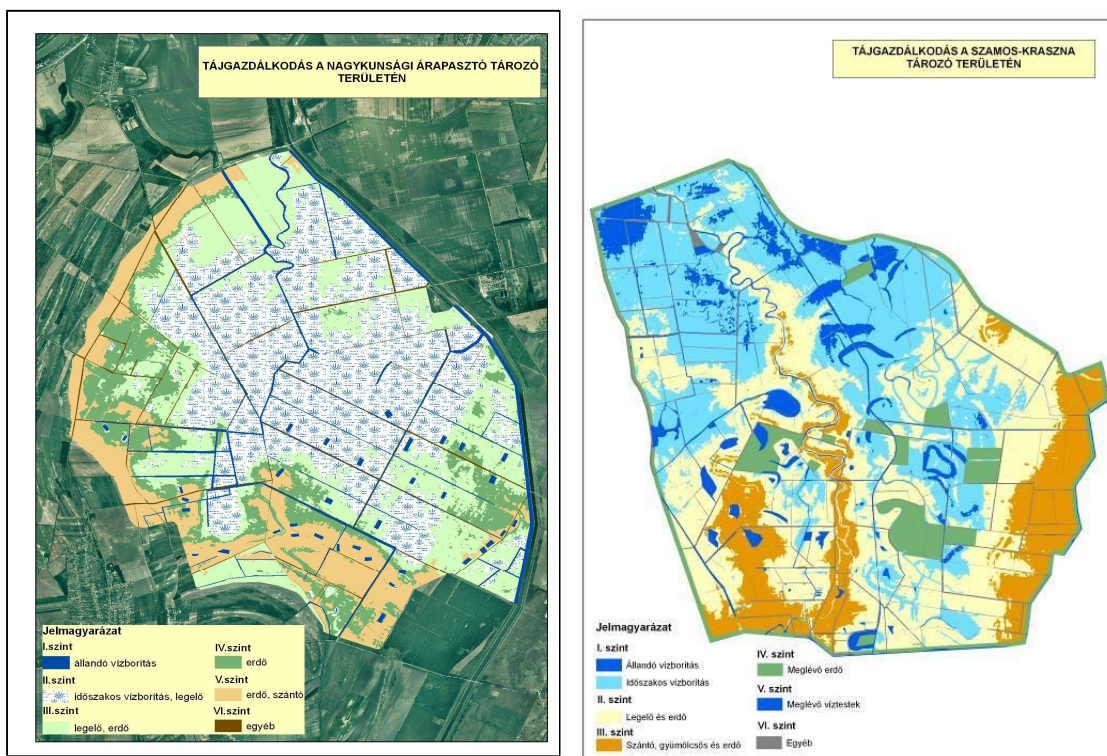
#### *Tervezési mátrix a hasznosítási alternatívák kidolgozására*

Minden egyes szinthez meghatározásra kerültek az elsődlegesen, illetve másodlagosan javasolt hasznosítások, amelyeket egy területhasznosítási tervezési mátrixba foglaltam. A tervjavaslatokat a hasznosítási térszintek és a művelési módok kombinációjából lehet kialakítani a tározóterület egészére, vagy nagyobb birtokrészekre.

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

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

Egy lehetséges területhasznosítási javaslatot a nagykunsági tározó tájhasználatára a 2. ábra és a 6. táblázat, a szamos-krasznai tározóra a 3. ábra és a 7. táblázat tartalmazza. Törekedtünk az eredeti tájfunkcióknak megfelelő környezetkímélő növénytermesztés és mozaikosság felújulására, valamint a szántóföldi művelés kockázatának csökkentésére.



2. ábra. Javasolt tájgazdálkodás a nagykunsági és a szamos-krasznai 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
<b>Összesen</b>	<b>4042</b>	<b>4042</b>

6. táblázat. Jelenlegi ill. javasolt földhasználat a nagykunsági tározó (balra) területére

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
<b>Összesen</b>	<b>5115</b>	<b>5115</b>

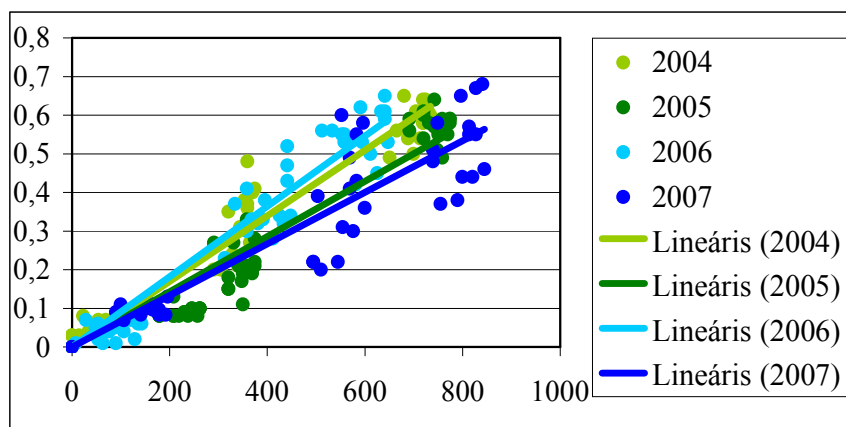
7. táblázat. Jelenlegi ill. javasolt földhasználat a szamos-krasznai tározó (jobbra) területére \*és erdő (III.szint), \*\*és erdő (II.szint), \*\*\*a meglévő erdők (IV.szint)

### 3.3. FEJLŐDÉSI ÉS NÖVEKEDÉSI ÖSSZEHAISONLÍTÓ VIZSGÁLATOK

A kukorica vetőmag előállításánál magas színvonalú termesztéstechnológiát alkalmaznak, ezért a növényi fejlődés a tenyészidőszak hőmérsékleti értékeivel van szoros összefüggésben. Ennek következtében az NDVI értékek változását a szakirodalom szerint jellemző gyakorlattól eltérően, nem egy év adott napjának, hanem a - vetéstől kezdődően - kumulált hőösszegnek (GDD) függvényében vizsgáltuk.

#### *Az NDVI és a hőösszeg közötti összefüggések értékelése*

A vizsgálat a maximális NDVI értéket mutató megfigyelési időpontig történt. A pozitív összefüggés grafikus trendanalízissel is megállapítható (3. ábra). Az összefüggések valódiságát regresszió-analízissel mind a négy évre igazoltuk (8. táblázat).



3. ábra: A hőösszeg (GDD) és az NDVI közötti összefüggések

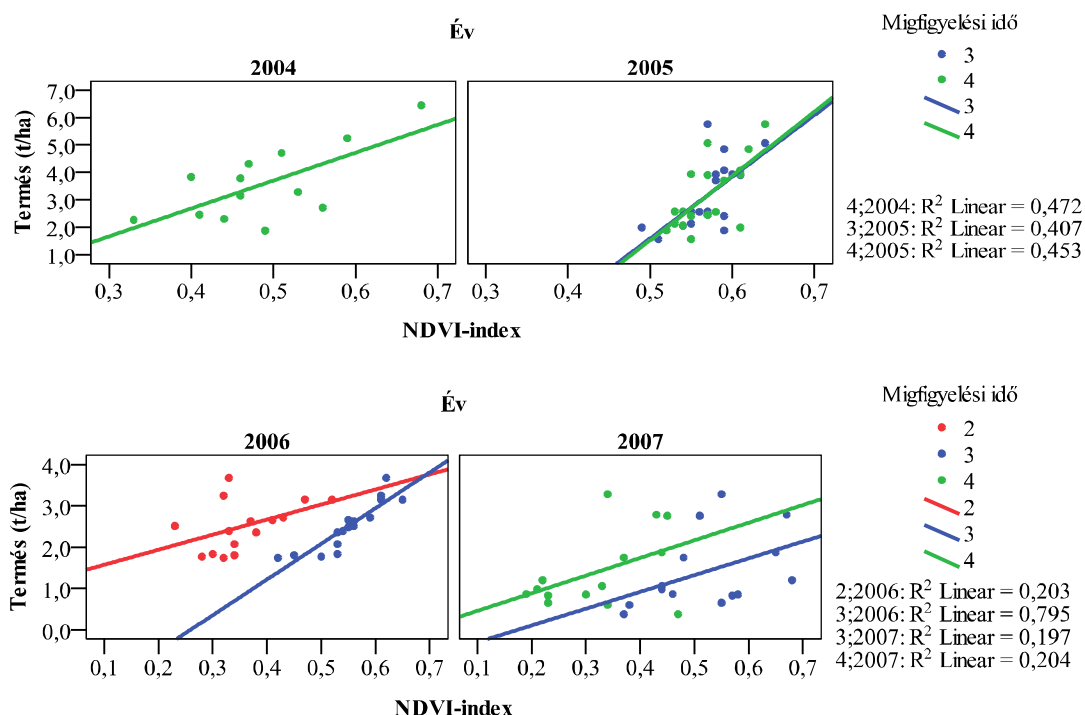
A korrelációs koefficiens 2005-ben volt a legnagyobb ( $R = 0,977$ ) és 2007-ban a legkisebb ( $R = 0,897$ ). Az NDVI 2005-ben 95,4 százalékban ( $R^2 = 0,954$ ) függött a hőösszegtől. A maradékértékek és a becült értékek varianciája mind a négy vizsgálati évben szignifikánsan különbözött (a táblázatokban (\*)-gal jelölve), vagyis a regressziók valóságosak. Az F-próbastatisztika 2005-ben volt a legnagyobb ( $F = 1078$ ), azaz a hőösszeg és az NDVI közötti összefüggés ekkor 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 (*)

8. táblázat: Hőösszeg és NDVI közötti regresszió-analízis eredménytáblázata  
(R = korrelációs együttható, R<sup>2</sup> = determinációs együttható, F = F-próbastatisztika, Szig. = Szignifikancia)

### Az NDVI és a termés (t/ha) közötti összefüggés értékelése

A grafikus trendanalízis alapján az NDVI és a termés közötti összefüggés 2004-ben a 4-es, 2005-ben a 3-as és a 4-es, 2006-ban a 3-as megfigyelési időpontban volt a leghatározottabb (4. ábra). Ezt a regresszióanalízis is alátámasztotta.



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

A regresszióanalízist minden egyes év minden megfigyelési időpontjára elvégeztük.

Megfigyelési idő	R	R <sup>2</sup>	SEE	F	Szig.
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

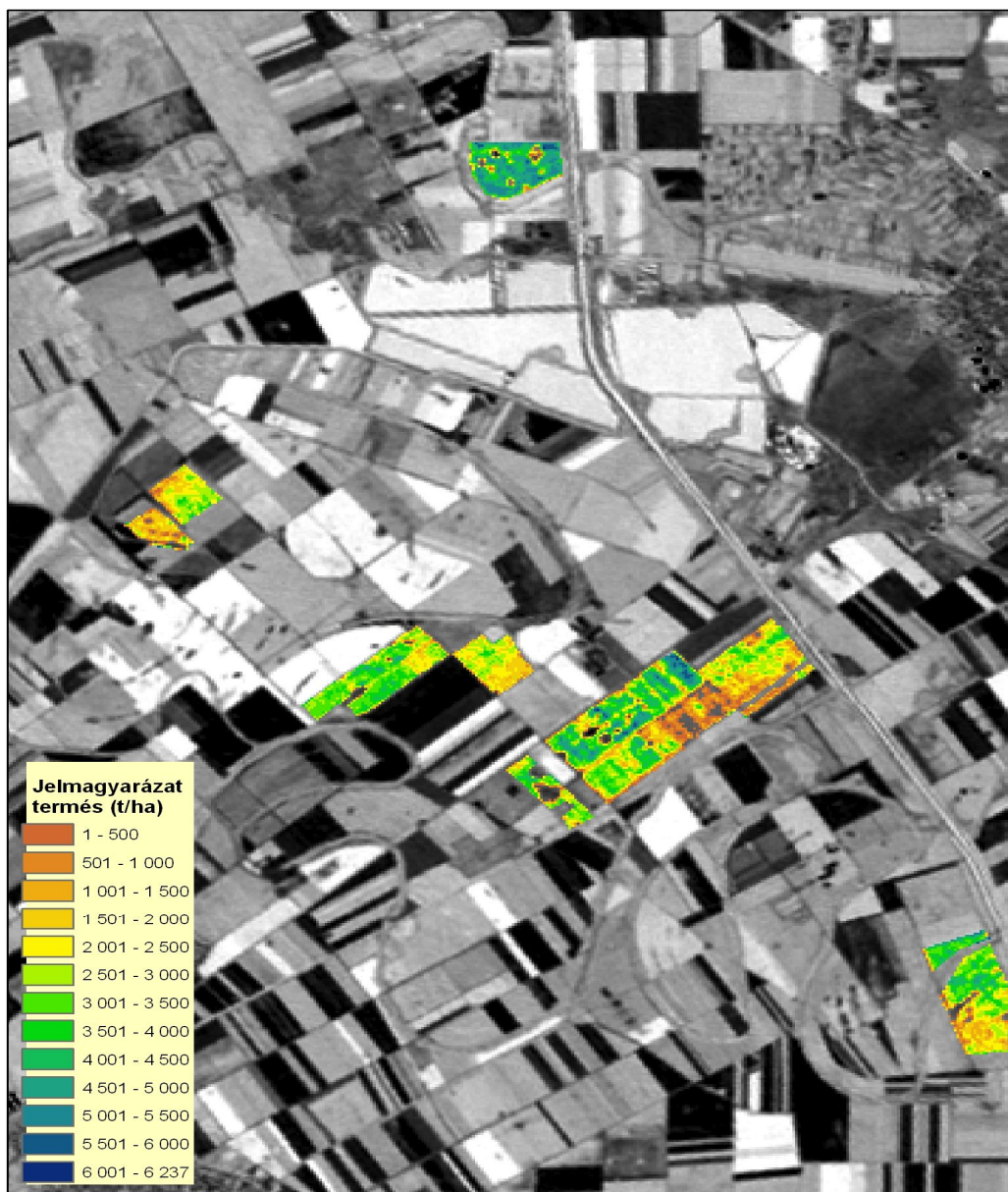
9. táblázat: NDVI és termés (t/ha) közötti regresszió-analízis eredménye (2004)

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 szignifikancia-szinten eltér.

2004-es esztendőt elemzését a 9. táblázatban bemutatom. Az F-próbastatisztikához tartozó szignifikancia érték (0,009) csak a 4. időpontban kisebb a választott szintnél (0,05), ezért a többi időpontban kapott összefüggések nem igazolódtak. A 4. időpontban

az NDVI 47,2%-ban ( $R^2 = 0,472$ ) határozza meg a termést. A regressziós koefficiens szignifikánsan különbözik a nullától, a regressziós állandó viszont nem, ezért a regressziós egyenlet  $Y = 10,178 * X$ , ahol  $Y$  = a becsült termés,  $X$  = NDVI érték. A becslés standard hibája (SEE) alapján a termés 1,01 t/ha pontossággal becsülhető.

A terméseredmények relatív szórása (szórás/átlag) 2006-ban volt a legkisebb (0,226) és 2007-ben a legnagyobb (0,632), azaz a vetőmag kukoricaállományok 2006-ban voltak a leghomogénebbek és 2007-ben a legheterogénebbek. A vizsgálat azt is kimutatta, minél kisebb a termés relatív szórása, szorosabb az összefüggés az NDVI és a termés között. A számított értékekből meghatároztuk a vetőmag-előállító területek becsült természeit. A terméstérképet ArcGIS 9.2 Spatial Analyst modullal osztályoztuk (5. ábra).



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

### *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.

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 értékeinek 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 0,05-al magasabb volt, mint a 2-es hibrid-előállítás esetében. Az NDVI és a termés közötti összefüggés mindkét kukorica vetőmag-előállítás esetében erős volt (10. táblázat). 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 hibridnél az NDVI 60,7 ( $R^2 = 0,607$ ) százalékban magyarázza a termést, 0,63 t/ha (SEE = 0,63) hibával. A 2. hibridnél az NDVI 74,0 ( $R^2 = 0,740$ ) százalékban magyarázza a termést, és a termés 0,33 t/ha (SEE = 0,33) hibával becsülhető az NDVI értékek alapján.

A vizsgálat eredményeként sikerült jelentősen eltérő fenotípusú hibrideket távérzékelt mérésekből meghatározott NDVI alapján megkülönböztetni.

<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

10. táblázat: Az NDVI és a termés (t/ha) közötti összefüggés hibrid-előállításban  
*(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 százalékos szignifikancia-szinten különbözik, tehát a regresszió létezik.*

### 3.4. AUTÓPÁLYA-FEJLESZTÉS TERÜLETHASZNÁLATÁNAK VIZSGÁLATA

#### ***Tervezett területhasználat meghatározása a tervdokumentációk adataiból***

A részletes műszaki tervdokumentáció ellenére, a számszerű adatokból az autópálya-építés során tervezett földhasználat összértéke nem határozható meg. Ennek legfőbb oka, hogy a műszaki dokumentációk jelenlegi, földhasználattal kapcsolatos kategóriái nem alkalmasak a teljes térhasználat meghatározására. Viszont kiszámítható a hasznos útfelület (pályatest, leajtók) átlagos nagysága: 2,5 ha autópálya-kilométerenként. A tervezett földhasználatot a Lehatárolás tervekből 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.

#### ***Tényleges területhasználat meghatározása távérzékelt adatokból***

A három távérzékelt mérés (Ortofoto, IKONOS, IRS-P6) a végösszegre közel azonos értéket adott (11. táblázat). A három mérés átlaga 5070102 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 teljes használat (15,43 ha/km), azaz 15000 ha (150 km<sup>2</sup>), ami az ország területének mintegy 0,17 %-a.

	<b>Tervezett terület-használat</b>	<b>Orto</b>	<b>IKONOS</b>	<b>IRS-P6</b>	<b>Mért átlag</b>
Összes terület-használat (m <sup>2</sup> )	4114754	5079143	5082836	5048329	5070103
Átlagos terület-használat (ha/km)	12,53	15,46	15,47	15,37	15,43

11.táblázat M7 autópálya területhasználata 173,350 km és 206,200 km között

#### ***Távérzékelt adatok összevetése***

A területhasználat összértékének meghatározásánál tapasztalt pontosságbeli egyezés a három távérzékelt között csak látszólagos. A 3 darab, egyenként 22 összehasonlítható mérésből álló méréssorozat normalitására tett null-hipotézis  $f = r - 3$  szabadságfokú  $\chi^2$ -próbával (p=0,9 ill. 0,95) igazolódott. A távérzékeltések alkalmazhatóságának elemzését elsősorban a tervezettől való eltérésre vonatkozó méréseken végeztem el. Mindhárom távérzékelt alapján végzett mérés várható értéke (átlaga) megegyezik, de a tapasztalati szórás és a minta terjedelme IRS-P6 esetében lényegesen nagyobb a másik

kettőnél. A t-próba igazolta a várható értékek egyezésére tett null-hipotézist 90%-os szinten mindhárom (IRSP6–Orto, IRSP6–IKONOS, Orto–IKONOS) összevetésben.

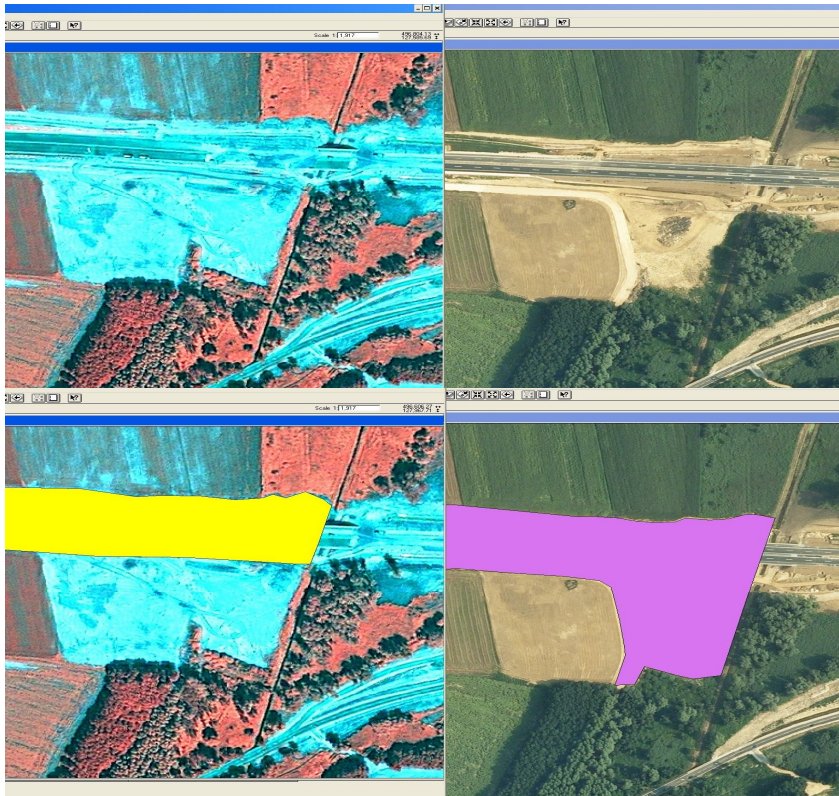
Szakaszhatár		Mérési-hossz	Távérzékelt és a tervezett földhasználat eltérése		
			Orto	IKONOS	IRS-P6
-tól	-ig	km	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
173 350	174 500	1 150	9 983	8 760	30 550
174 500	175 360	860	31 152	29 064	59 187
175 360	176 940	1 580	79 960	77 813	75 121
176 940	178 450	1 510	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>
<b>Eltérés t. átlaga (m<sup>2</sup>)</b>			<b>43 836</b>	<b>44 004</b>	<b>42 436</b>
<b>Eltérés t.szórása (m<sup>2</sup>)</b>			<b>31 084</b>	<b>29 018</b>	<b>46 839</b>
<b>Minta terjedelme (m<sup>2</sup>)</b>			<b>110 972</b>	<b>105 302</b>	<b>181 102</b>

12. táblázat Területhasználat mért eltérése a tervezettől (M7 autópályánál)

A mérés pontosságát is jellemző szórások egyezőségének vizsgálatát gyök-F próbával végeztem. Az egyezésre tett null-hipotézis az orto és az IKONOS felvételes mérések között 95%-os (ill. 90%-os) konfidenciaszinten igazolódott. Az IRS-P6-os méréseket összevetve az orto-, ill. az IKONOS méréssel, a null-hipotézist 90 és 95%-os szinten is el kell 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-os mérések pontossága szignifikánsan rosszabb, mint a másik két mérése (13. táblázat).

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

13. táblázat Mérések pontosságának vizsgálata



6. ábra. Elterések az M7 földhasználat-mérésben az IKONOS (bal) és Orto (jobb) távérzékelt képek kiértékelése során

### ***Orto és IKONOS mérések középhibája***

A mérések középhibájának vizsgálatát kiegyenlítő számításokkal (Detrekői, 1991) végeztem el. Megállapítottam, hogy a két mérés normális eloszlású, független és azonos pontosságúnak tekinthető, valamint a szabályos hibától mentes, mert

$\left| \sum_{i=1}^k d_i \right| \leq 0,25 \sum_{i=1}^k |d_i|$ , (ahol  $d_i$  az egyes mérések közti különbség) teljesül (esetünkben

$3690 < 0,25 \cdot 72647$ ). Ekkor alkalmazhatóak az alábbi összefüggések:

- egyetlen különbség középhibájára  $m_d = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{k}} = 4257 \text{ m}^2$ ,
- egyetlen mérés középhibájára  $m_L = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{2k}} = 3010 \text{ m}^2$ ,
- a két mérés számtani közepének középhibájára  $\bar{m}_L = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{k}} = 2128 \text{ m}^2$ .

Egyetlen mérés középhibája  $3010 \text{ m}^2$ , azaz átlagosan mintegy 1,3%-os a 22 mérési szakaszon. Az Orto és az IKONOS mérések erősen korrelálnak ( $R=0,99$  és  $B=0,97$ ).

#### 4. AZ ÉRTEKEZÉS ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEI

1/ 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 kikényszeríti az egyre nagyobb arányú automatikus feldolgozást. A digitális képfeldolgozásban igen jelentős szerepet játszó Fourier-soros közelítésekre vonatkozóan több tételt is bizonyítottam, amely bővítette a függvény-előállítások lehetőségét:

a) Nem csupán klasszikus trigonometrikus sorokra, de bármely egyenletesen korlátos, „quasi-matrix” rendszert alkotó, normálisan szummázható ortonormált  $\Phi = (\varphi_n), (n \in N)$  függvényrendszer szerinti általánosított Fourier-sorra bizonyítottam, hogy 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.

b) Igazoltam, hogy a Fourier-sorokat a függvények szélesebb körében – az L-majdnem periodikus függvényosztályban – is tudjuk egyenletesen konvergens előállításra alkalmazni, az előbbivel analóg módon, azaz az átrendezett Fourier-sor részletösszegének alkalmas részsorozatával.

2/ Az árapasztó tározók területén történő tájgazdálkodás tervezése során a cél a tározótér térszintjeinek megfelelő természetközeli tájgazdálkodási rendszer kialakítása. A szamoskrsznai 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. Ennek hatékony eszköze a kidolgozott tervezési mátrix, amelyben az egyes hasznosítási térszintekhez hozzárendeljük az elsődleges, illetve másodlagos térhasználati-művelési lehetőségeket. A tározóterület egészének, vagy egyes részeinek tájgazdálkodására tett javaslatot, vagy javaslatokat e lehetőségek kombinációiból az aktuális optimalizálási szempont, illetve mérlegelés alapján lehet kiválasztani.

3/ Napjainkban a gyors és pontos információs szolgáltatások a biztonságos termelés alapkövetelményévé váltak. 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/ Az M7 autópályával 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.

5/ 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.

## 5. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

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 indokoltá 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 hasznosítási térszintekhez hozzárendeljük az elsődleges, illetve másodlagos térhasználati-művelési lehetőségeket. A tározóterület tájgazdálkodására tett javaslatot, vagy javaslatokat ezen lehetőségek kombinációiból az aktuális optimalizálási szempont, illetve mérlegelés alapján lehet kiválasztani. A mátrixból kiolvasható, hogy milyen változatok között választhatunk, amikor a jövőbeni hasznosításra vonatkozó javaslatunkat megteesszük. Illetve láthatjuk, hogy mekkora mozgásterünk van ésszerű kompromisszum kialakítására a javaslat elfogadtatása során. A térinformációs adatok alapján kidolgozott tervező-mátrix praktikus eszköz a tározók tájgazdálkodásának tervezési eljárásában.

Ugyanakkor fontosnak tartom az új gazdálkodási formára való áttérés foglalkoztatásra gyakorolt várható hatását és a fenntarthatóság legújabb megközelítésének, a cradle to cradle (C2C) alapelvnek, valamint a harmonikus fejlődés komplex gondolkodásának az alkalmazási lehetőségeit is megvizsgálni. Ezáltal tudná az új tájgazdálkodásra tett javaslatunk a „többfunkciós mezőgazdaság” kritériumait, illetve a térség gazdasági, környezeti valamint társadalmi feltételeit egyaránt figyelembe venni.

Az M7 autópálya földhasználatával 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, szükségképpen kihat az érintett térségben a fölhasználatra – különösen a mezőgazdasági célúra. A kilencvenes évek közepe óta közel 1000 km gyorsforgalmi út épült. Érdeemes lenne az autópályák környezetében lezajlott, illetve folyamatban lévő változásokat (birtokrendszer, művelés, hozam, eltartóképesség, stb.) elemezni, s annak eredményeit figyelembe 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–tenyészedési hőösszeg kapcsolatot (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.

## 6. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMÁJÁBAN

- 1 Alföldi L.: 1999: A vízgazdálkodás jelenének, jövőjének kérdései. Ezredforduló - Stratégiai kutatások a Magyar Tudományos Akadémián, I.kötet 3-8.
- 2 Álló Géza - Hegedűs Gy. Csaba - Kelemen Dezső - Szabó József: 1989. A digitális képfeldolgozás alapproblémái. Akadémia kiadó, Budapest
- 3 Ángyán J. – Fésűs I. – Podmaniczky L. – Tar F. – Vajnáné Madarassy A. (eds.): 1999. Nemzeti Agrár-környezetvédelmi Program. Agrár-környezetgazdálkodási tanulmánykötetek vol 1, FVM, Budapest
- 4 Chaves, P. S.: 1996. Image-based atmospheric corrections - Revisited and Improved. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 62 (9): 1025-1036.
- 5 Detrekői Á.: 1991. Kiegyenlítő számítások. Tankönyvkiadó, Budapest
- 6 Dobos A. – Kovács J. – Nagy J.: 2000. Evaluation of agricultural land use in Hungary's 'three-border' region. *Acta Agron. Hung.* vol. 48, issue 1, 89-94.
- 7 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. Sc.P.Co., Basel, 321-325.
- 8 Kovács K.: 1993. On the Convergence of the Fourier Series of L-almost Periodic Functions. *Stud. Sci. Math. Hung.* (28) 249-259.
- 9 Kovács K.: 1995. Uniformly Convergent Representations of Functions by Rearranged Hermite-Fourier and Freud Series Expansions. *Acta Math. Ac. Sci. Hung.* 67(1995). (1-2.) 19-35.
- 10 Kovács K.: 2009a. Térinformatika az intelligens infrastruktúra kialakításában a közlekedés példáján, regionális kitekintéssel. [In: Baranyi B., Nagy J. (eds.) *Tanulmányok az agrár- és a regionális tudományok köréből az észak-alföldi régióban.*] DE AMTC & MTARKK. Debrecen, 343-358.
- 11 Kovács K.: 2009b. Spatial Informatics for Emission Reduction. [In: Klemes, J. (ed.) *Chemical Engineering Transactions, PRES'09*] AIDIC, Rome 315-320.
- 12 Lillesand, T.M. – Kiefer, R.V. – Chipman, J.W.: 2004. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Wiley & Sons, New York
- 13 Michelberger Pál: 2005. A magyarországi közlekedés helyzete az európai uniós csatlakozás idején [In: *Magyarország az ezredfordulón – Stratégiai tanulmányok a MTA-án VI. Közlekedés és globalizáció*], MTA TKK, Budapest, 11-29.

- 14 Mihály Szabolcs: 2007. Spatial registering and monitoring for sustainable environment and agriculture. [In: Public Service Review of EU] EU(13) 90-91.
- 15 Nagy J.: 2006. Multifunkcionális mezőgazdaság. [In: Baranyi B., Nagy J. (eds.) Területfejlesztés, agrárium és regionalitás Magyarországon] DE-AMTC & MTA-RKK, Debrecen, 191-206.
- 16 Rátonyi T. – Megyes A. - Nagy J.: 2005. Talajvédő termesztéstechnológiai rendszerek értékelése. [In: Nagy J. (ed.) Kukorica hibridek adaptációs képessége és terméshozása.] DEAC, Debrecen, 141-148.
- 17 Révész, Sz.Gy.: 1990. On the convergence of Fourier series of U.A.P. functions, J. Math. Anal. Appl. (151) 308-317.
- 18 Rouse, J.W. - Haas, R.H. - Schell, J.A.: 1974. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS [In: Freden, S.C. et al.(ed.) 3rd Earth Resources Technology Satellite Symposium 1973] NASA STI Office, GSFC & Washington, D. C., 309-317.
- 19 Székely Vladimír: 1994. Képporrekción, hanganalízis, térszámítás PC-n (Gyors Fourier transzformációs módszerek) Computer Books, Budapest
- 20 Ványiné Széles A.- Megyes A.: 2009. A hazai kukoricatermesztés eredményeinek értékelése. [In: Baranyi B., Nagy J. (eds.) Tanulmányok az agrár- és a regionális tudományok köréből az észak-alföldi régióban] DE AMTC, Debrecen, 153-176.
- 21 Váradi József: 2002. A Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése, KvVM, Budapest
- 22 Víg R. – Dobos A. – Pongrácz Z.: 2008. Comparative examination of meadow and chernozem soils on the Hajdúség loess ridge. [In: VII. Alps – Adria Scientific Workshop. Stara Lesna] Cereal Research Communications. Suppl. 38. 1887-1890.
- 23 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.
- 24 Závoti J., 1999: A geodézia korszerű matematikai módszerei. Geomatikai K., Sopron

## 7. PUBLIKÁCIÓIM 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* 18, Proceedings, PRES'09] 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 Int., Budapest, 408-413.

#### **Magyar nyelvű szakfolyóiratcikk:**

Kovács K.: 2004. Nem szabad késlekedni. Híradástechnika 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.

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

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

Kovács K.: 2005. Köszöntő. [In: Majtényi L. et al. (szerk.) Az elektronikus információszabadság] 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.

#### **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.