

T A R T A L O M

Szerkesztőbizottság – dr. Joó István: Apagy Géza búcsúztatása	3
Paizs Zoltán–Földváry Lóránt: Gravitációs modell meghatározása négy hónap GRACE adataiból	7
Sík András–Kereszturi Ákos: A Mars felszínalaktani vizsgálata űrfelvételek alapján	12
Hargitai Henrik–Kardeván Péter–Horváth Ferenc: Az első magyarországi képpalkotó spektrométeres repülés és adatainak elemzése erdőtüpusok elkülönítésére	21
SZEMLE	34
HÍREK	45



MAGYAR FÖLDMÉRÉSI, TÉRKÉPÉSZETI ÉS TÁVÉRZÉKELÉSI TÁRSASÁG

A FÖLDMŰVELÉSÜGYI ÉS VIDÉKFEJLESZTÉSI MINISZTERIUM FÖLDÜGYI ÉS TÉRINFORMATIKAI FŐOSZTÁLY
ÉS A MAGYAR FÖLDMÉRÉSI, TÉRKÉPÉSZETI ÉS TÁVÉRZÉKELÉSI TÁRSASÁG LAPJA

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG: BARTOS FERENC (FELELŐS SZERKESZTŐ), DR. ALPÁR GYULA, DR. ÁDÁM JÓZSEF, BIRÓ GYULA, DR. BIRÓ PÉTER, DR. CSEPREGI SZABOLCS, DR. DETREKŐI ÁKOS, HIDVÉGINÉ DR. ERDÉLYI ERIKA, DR. JOÓ ISTVÁN, DR. KARSAY FERENC, KASSAI FERENC, DR. KLINGHAMMER ISTVÁN, DR. MÁRKUS BÉLA, DR. MIHÁLY SZABOLCS, DR. PAPP-VÁRY ÁRPÁD, DR. RIEGLER PÉTER, SZABÓ GYULA, DR. VARGA JÓZSEF

TÉMAFELELŐSÖK: *Bartos Ferenc* – sokszorosítás és nyomdai kapcsolat; *Biró Gyula* – alkalmazott geodézia és a földmérési és térképészeti vállalkozások; *Csepregi Szabolcs* – kiegyenlítő számítások, részletes felmérések; *Hidvéginé dr. Erdélyi Erika és Riegler Péter* – földhivatalok és földügyi kérdések; *Karsay Ferenc* – mérnökgeodézia, térképészet, szakmatörténet; *Kassai Ferenc* – Mérnöki Kamara; *Mihály Szabolcs* – információs technológia, DAT; *Varga József* – vetületek, transzformálások

SZERKESZTŐSÉG: BUDAPEST XIV., BOSNYÁK TÉR 5. LEVELEZÉSI CÍM: 1373 BUDAPEST, POSTAFIÓK 546.
TELEFON: 222-5117; TEL/FAX: 460-41-63; E-MAIL: gk.szerk@fomi.hu
<http://www.fomi.hu/honlap/magyar/szaklap/geodkart.htm>
A SZERKESZTŐSÉG MUNKATÁRSÁ: SZROGH GABRIELLA

KIADJA: A MAGYAR FÖLDMÉRÉSI, TÉRKÉPÉSZETI ÉS TÁVÉRZÉKELÉSI TÁRSASÁG
HU ISSN 0016-7118 ENG. SZÁMA: B/SZI/280/1/1995. **SOKSZOROSÍTJA:** HM TÉRKÉPÉSZETI KHT.
Megjelenik: 1300 példányban

FŐSZERKESZTŐ: DR. HC. DR. JOÓ ISTVÁN
FELELŐS SZERKESZTŐ: BARTOS FERENC

CONTENTS

Editorial Board–Joó, I.: Funeral speeches at the time of the death of Géza Apagyi

Paizs, Z.–Földváry, L.: Determination of a gravity model based on four-month GRACE observations

Sik, A.–Kereszturi, Á.: Mars surface analysis based on remote sensing

Hargitai, H.–Kardeván, P.–Horváth, F.: The first Hungarian airborne imaging spectrometry (hyperspectral) campaign and the analysis of its data for separation of forest types

REVIEW

NEWS

INHALT

Editorial Board–Joó, I.: Grabreden zum Géza Apagyi

Paizs, Z.–Földváry, L.: Gravitationsfeldbestimmung aus viermonatenlange GRACE-Daten

Sik, A.–Kereszturi, Á.: Morphologische Untersuchungen des Mars anhand von Satellitenbilder

Hargitai, H.–Kardeván, P.–Horváth, F.:
Erster ungarischen Flug mit Spektrometersbildfunkgerät

UMSCHAU

Címlap: Térinformatikai módszerek alkalmazása a Mars felszínalakítási vizsgálata során
(Lásd 12–20. oldalakat)

Coverphoto: GIS application at the investigation of Mars surface

Adresse postale: Geodézia és Kartográfia Szerkesztősége: H-1373 Budapest Pf. 546 Hongrie, Tél./Fax: : (36-1) 222-5117

Address: Geodézia és Kartográfia Szerkesztősége: H-1373 Budapest Pf. 546 Hungary, Phone/Fax: (36-1) 222-5117

Postanschrift: Geodézia és Kartográfia Szerkesztősége: H-1373 Budapest Pf. 546 Ungarn, Tel./Fax: (36-1) 222-5117

E-mail: gk.szerk@fomi.hu

GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA

58. ÉVFOLYAM

2006

9. SZÁM

„Annyira akartam élni,
a betegséget legyőzni.
Búcsúztam volna tőletek,
de erőm nem engedett.
Így búcsú nélkül szívetekben
tovább élhetek.”

Búcsúzás Apagyi Gézától (1947–2006)

Apagyi Géza, az MFTTT elnöke, az FVM FTF korábbi főosztályvezetője, a Geodézia és Kartográfia szerkesztője súlyos betegségben 2006. augusztus 25-én eltávozott közülünk. Apagyi Gézát az FVM és az MFTTT saját halottjának tekintette. A hamvasztás utáni temetésére a Rákoskeresztúri Új Köztemetőben került sor.

A temetési szertartáson részt vevők kiemelkedően nagy száma méltatta Apagyi Géza gazdag életútját. A búcsúztató keretében Benedek Fülöp, az FVM szakállamtitkára; az MFTTT nevében dr. Klinghammer István alelnök; a FÖMI részéről pedig dr. Mihály Szabolcs főigazgató hangsúlyozta Apagyi Géza gazdag és sikeres életművét.

A temetésen – a családon (felesége, lánya, fiai, rokonai) barátain, munkatársain, tanítványain kívül – jelen volt Szabó Gyula ezredes, a Katonai Térképész Szolgálat vezetője, Ferencz József, az Erdélyi Magyar Műszaki Társaság (EMT) képviselőjében.

Ezen túlmenően írásban fejezték ki együttérzésüket azon külföldi intézmények (szervezetek) vezetői, akikkel Apagyi Géza tartós és eredményes együttműködést épített ki:

- Prof. Željko Bačić, az EuroGeographics elnöke, a horvát Földmérési Hivatal főigazgatója
- August Hochwartner, az osztrák Mérték- és Földmérésügyi Hivatal (BEV) elnöke
- Jelena Hudcovská, a szlovák Földmérési-Kataszteri Hivatal vezetője



- Imrich Horňanský, a szlovák Földmérési-Kataszteri Hivatal nyugalmazott vezetője
- Nick Land, az EuroGeographics ügyvezető igazgatója
- Vanessa Lawrence, a brit Ordnance Survey (Térképészeti Hivatal) vezetője
- Giovanni Orru, az olasz Katonai Térképészeti Szolgálat nemzetközi igazgatója, továbbá számos más nemzet-

közi szervezet és ország jeles képviselője.

Apagyi Géza több évtizedes és sikeres életútjának részletesebb méltatását a búcsúztatók ismertették. Ezek szövegét teljes terjedelemben közöljük.

A Geodézia és Kartográfia szerkesztősége részéről ugyancsak búcsúzzunk Apagyi Gézától, lapunk szerkesztőjétől.

Szerkesztő Bizottság és Joó István főszerkesztő

*

Benedek Fülöp FVM szakállamtitkár

Tisztelt Gyászoló Család, Munkatársak,
Jó ismerősök, Tisztelt Egybegyűltek!

Megrendülten állok jó kollégám, barátom, Apagyi Géza urnája előtt. Próbálom megérteni a megérthetlent, magamnak is megmagyarázni a megmagyarázhatatlant, a szerető férj, családapa,

kiváló kollégánk, *Apagy* úr, *Géza*, a *Főnök* nincs többé. Nehéz a gondolat, hogy a magyar földügyi hivatali szervezetet oly odaadóan, évtizedeken át irányító munkatársamtól most végleg búcsút kell venni.

Akik felületesen ismerték, azok emlékezetében talán csak könnyed, elegáns, személyes stílusa, oldottabb pillanatokban előkerülő pipája, a pipafüst gerjesztette kellemes személyes légkör maradt meg. Pedig pályája nem volt könnyű.

1947. július 23-án Rákoscsabán született, a szerény családi háttér tanulmányait az érettségiig tudta biztosítani. Ezután a Budapesti Geodéziai és Térképészeti Vállalatnál eltöltött hosszú, dolgozó évek következtek, amikor is figuránsi, majd műszaki ügyintézői munka mellett 1966-ban megkezdte tanulmányait a Budapesti Műszaki Egyetemen.

Fiatal házasként, 1970-ben családi terveit és tanulmányait katonai szolgálati kötelezettsége miatt kellett megszakítania. 1973-ban munkahelyet változtatott, földmérő mérnöki diplomáját a következő évben már, mint a Földmérési Intézet főelőadója vette át. Az Intézetnél több fontos feladat mellett megbízták az állami megrendelésű földmérési alaptérképek készítésének aktuális feladataival. Ő újabb és újabb szakterületi kihívásokat keresett és ezeknek önmagával szemben támasztott magas szinten kívánt megfelelni.

Az 1977-es év a Fővárosi Kerületek Földhivatalánál találja, ahol 3 évig földmérési osztályvezetőként dolgozott. Ekkor döntött úgy, már három gyermekes családapaként, hogy jelentkezik a Műegyetem geodéziai, automatizálási szakmérnöki kurzusára. Idő közben 1980–82 között a XVII. kerületi Tanács műszaki osztályvezetőjeként el látja a kerületi főmérnök teendőit is.

Szakmérnöki diplomájával a zsebében a vállalati, intézeti, földhivatali és építési hatósági tapasztalataival a tarsolyában 1982-ben úgy dönt, hogy ismereteit a főhatóság, a Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium Országos Földügyi és Térképészeti Hivatalának ajánlja fel. Különböző beosztásokban töltött 6 esztendei szívós munka után újabb váltás következik.

Eredményesen pályázza meg a Földmérési és Távérzékelési Intézet igazgatói posztját. Kilenc éves igazgatói munkája során olyan eredmények fűződnek nevéhez, mint a kozmikus geodéziai és távérzékelési részlegek, valamint eljárások továbbfejlesztése, a IV. rendű vízszintes alaphálózat kiépítésének GPS-technológiával történő befejezése, az országos GPS hálózat létrehozása, a földhivatalokat támogató részlegek és rendszerek felállítása. 1997-ben a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztériumból meghívtuk a Földügyi és Térképészeti Főosztály vezetői posztjára.

Főosztályvezetői tevékenységének időszaka alatt irányításával indultak meg a Minisztérium és az EU igényeit, valamint a korszerű ingatlan-nyilvántartás megalapozását is figyelembe véve a Nemzeti Kataszteri Program I. és II. ütemének operatív munkái. Ennek keretében Ő volt az egész országot lefedő, korszerű, digitális térképrendszerrel kapcsolatos technológiáknak az egyik kidolgozója. Ebben az időszakban valósult meg az ingatlan-nyilvántartás informatikai rendszere, a TAKAROS, és kezdte

meg működését a széleskörű szolgáltatást nyújtó TAKARNET adatátviteli hálózat is. Kezdeményezésére korszerűsítettük a körzeti földhivatalokat.

Felelőse volt az ingatlan-nyilvántartás törvényi szabályozásának, a szakterület oktatási stratégiájának, valamint az ingatlan-nyilvántartási felsőfokú szakképzésnek. Korrekt vezetőként irányította a földügyi és térképészeti szakterületet. Jelentős érdemei vannak abban, hogy sikeresen befejeződött az ország földhivatalaiban és különösen a Fővárosi Kerületek Földhivatalában az ügyirat hátralék feldolgozása. Közreműködött a Nemzeti Földalap koncepciójának kidolgozásában és végrehajtásában.

Az európai földügyi, térképészeti szervezetben és más, nemzetközi szakmai fórumokon méltóképp képviselte a hazai földügyi, térinformatikai szervezet és ingatlan-nyilvántartási rendszer eredményeit. Kiemelkedő volt szakmai, társadalmi aktivitása is. Mint címzetes fős-



Fotó: Rehorovics Gyula

kolai docens oktatott a Nyugat-Magyarországi Egyetem Geoinformatikai Főiskolai Karán, ahol beválasztották a Kari Tanácsba és az Egyetem szenátusába is.

Szakterületi elismertségét tükrözi, hogy 2003-ban megválasztották a Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság elnökévé. Szerteágazó és sokrétű feladatai mellett a Geodézia és Kartográfia szakfolyóirat szerkesztésére is jutott energiája.

Talán túlzott lelkiismeretességgel ellátott feladatai, az átmenetileg indoklás nélkül visszavont vezetői megbízás is közrejátszhatott abban, hogy egészsége idő előtt megroppant. 2005. márciusában, már súlyos betegen vette át a Minisztériumban a legmagasabb szakmai elismerést, a Fashing Antal díjat. Ez év elején pedig munkaviszonyának végleges megszüntetését kérte.

Emberi nagyságát, erejét igazolja egy ehhez kapcsolódó momentum. Eljött hozzám, és munkatársai marasztalása ellenére azt kérte, szüntessük meg munkaviszonyát, mert úgy érzi, a felmondás és végkielégítés időszakát Ő már nem éri meg. Azt mondta, Főnök, mondjatok fel nekem, ez mindenkinek jobb lesz. Halálának időpontjával szinte egy időben járt le a felmondás és végkielégítés időszaka.

Most búcsúzunk Tőled, elköszönnek közvetlen munkatársaid, a Főosztály dolgozói, a Minisztérium valamennyi munkatársa, a megyei és körzeti földhivatalok dolgozói, a Minisztérium vezetői, köztük jómagam is.

Kedves Géza! Több mint tíz éves munkakapcsolatunk során, számtalan, sokszor igen nehéz anyagot, munkát kellett számomra elkészítened. Sosem gondoltam volna, hogy végül Te adod nekem a legnehezebb feladatot, munkatársaid, és a Minisztérium nevében búcsút kell vegyek Tőled.

Nyugodj békében!



Dr. Klinghammer István, az MFTTT alelnöke

*Tisztelt Család, kedves tisztelgő Kollégák,
búcsúzó Barátok!*

A ravatalánál emlékezünk a becsült kollégára és jó barátokra, a Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság elnökére, a Nyugat-Magyarországi Egyetem címzetes főiskolai docensére, akinek egész lénye a szakmai szolgálat volt.

Apagyi Géza okleveles mérnök teljes és gazdag életet élt.

Férfiszívében megférte családját, hivatását és tudományát – őt ismerve nem nagy szó – a környezetre kisugárzó szerető gondoskodás.

Mint a magyar földmérés és térképészet szakmai közösségének választott vezetője, mint a Nyugat-Magyarországi Egyetemen előadó mérnök ember, nemcsak a szó hatalmával hatott, hanem az életvitelével, mindig számítható kötelességtudásával is.

Tizenkét évig volt a nagy múltú, a térképészet minden ágát összefogó egyesület intéző bizottságának tagja, már negyedik éve pedig elnöke. Jó szívvel gondozta és képviselte a magyar földmérő és térképész társadalom ügyét, óvta a szakma történeti hagyományait és értékeit, ápolta és támogatta közösségünk nemzetközi kapcsolatait. Évtized hosszan segítette a földmérés felsőfokú szakemberképzését; az államvizsgákon szigorú mérnöki igényességgel kérdezett, de megértő emberséggel bocsátotta útjára a jövő szakembereit...

Apagyi Géza mérnök úr – ahogyan én emlékszem rá – a feketítést, bántást, a másik lekicsinylését is természetes jognak tekintő világban a tiszta szó, a más véleményen lévők iránt is megnyilvánuló tisztelet képviselője volt.

Szent Pál szavait idézem: „A lélek adományait ki-ki azért kapja, hogy használjon vele.” Elhunyt kollégánkat a gondviselő ellátta a lélek adományaival és megadta Neki a lehetőséget, hogy használjon. Használjon szűkebb és tágabb környezetének: családjának, munkahelyének, a Társaságnak, a főiskolának, – használjon szak-



Fotó: Rehorovics Gyula

májának-hivatásának, hasznos legyen a nagy közösségnek, a magyar életnek.

A szorgalmon, a hittelességen túl még volt benne valami, ami nem igazán jellemzője a közéletnek, – Elnök úr jó ember volt, sugározta az érdeklődést, a megértő szeretetet.

Ravatalánál arra a kollégára és tanárra emlékezünk, aki hűséggel szolgálta szakmáját, a közösséget, az embert...

Apagyi Géza emlékét, hagyatékát tisztelettel őrizzük.



Fotó: Rehorovics Gyula

tottál a Minisztériumból. Búcsúzom a földhivatalok nevében is.

Sok-sok éven át számos csatát vívtunk meg közösen az előrehaladás, a geometriai rend, a „hivatal” és a tudomány érdekében. Némelyiket Te kezdeményezted, más ütközetekbe meg mi vittünk bele és Te vállaltad azokat. Kedvező – vagy

gyakrabban – kedvezőtlen körülmények voltak, s terveinket így vittük végig.

Itt, ravatalodnál is megköszönjük Néked és veled együtt a Téged támogató feleségednek és családodnak azt, hogy közös ügyeinkben és szakmai közösségünk érdekében Veled lehettünk.

Örökre eltávoztál tőlünk. Emléked azonban megmarad munkatársi és baráti szívünkben. Emlékedet hordozzák azok az eredmények és emberi kapcsolatok, amelyek igazgatói irányításod alatt a FÖMI-ben, minisztériumi főosztályvezetői tevékenységed folyamán a földügyi és térképészeti szakigazgatásban, az MFTTT elnöki munkálkodásod mellett pedig szakmánk társadalmi kapcsolataiban születtek.

Kedves Géza!

Búcsúzom Tőled. Nyugodj békében.

Dr. Mihály Szabolcs, FÖMI főigazgató

*Tisztelt gyászoló Család és Rokonok!
Gyászoló Barátok és Munkatársak!
Kedves Géza!*

A búcsúzás utolsó pillanatainál vagyunk. Megrendülten. Szomorúságban.

Engedd meg, hogy elbúcsúzzam Tőled a Földmérési és Távérzékelési Intézet nevében, amelyet hosszú évekig vezettél, később pedig intézményhálózatunk részeként, mint zászlós hajót irányí-

GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA

hirdetési díjai:

SZÍNES OLDALAK		FEKETE-FEHÉR/BELSŐ	
hátsó külső oldal	120.000,-Ft	1 oldal	40.000,-Ft
címlap belső oldal	100.000,-Ft	1/2 oldal	25.000,-Ft
hátsó belső oldal	80.000,-Ft	1/4 oldal	13.000,-Ft
		1/8 oldal	10.000,-Ft

Egyedi megbeszélés alapján lehetőség van szórólap elhelyezésére is. Áraink az ÁFÁ-t tartalmazzák.

Az árak nyomdakész hirdetésre vonatkoznak, többszöri megrendelés esetén kedvezmény! Jogi tagjaink részére 10 % engedményt adunk! A kézirat leadási határideje minden hónap harmadika.

Megrendelés és hirdetésfelvétel:

MAGYAR FÖLDMÉRÉSI, TÉRKÉPÉSZETI ÉS TÁVÉRZÉKELÉSI TÁRSASÁG

1027 Budapest XIV., Bosnyák tér 5. I. emelet 105. Telefon: 201-86-42 Fax: 460-41-63



Gravitációs modell meghatározása négy hónap GRACE mérési adataiból

Paizs Zoltán–Földváry Lóránt



MTA-BME Fizikai Geodézia és Geodinamikai Kutatócsoport
BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék,
1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3., Kmf. 16.
e-mail: zoltanpaizs@tvn.hu; fl@sci.fgt.bme.hu

1. Bevezetés

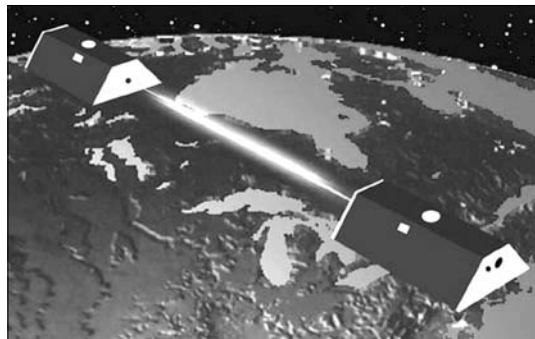
A gravimetria számára komoly eredményeket szolgáltatnak a 2000-ben elindított gravimetriai műholdak. Mint arra lapunk egy korábbi számában utaltunk [Csapó–Földváry 2006], a műholdas technikák sokkal inkább a globális gravimetria, így a globális geofizikai jelenségek vizsgálatában, valamint a kontinens méretű és globális geodéziai alapfelületek meghatározásában jelentenek előrelépést, mint az országos vagy annál kisebb léptékű geodézia számára. Ugyan az országos geodéziai feladatokat közvetlenül nem befolyásolja a globális geocentrikus geoid pontosítása, egyéb, elsősorban geofizikai alkalmazás és kutatás számára fontos alappillért jelentenek, így például geodinamikai vizsgálatok, oceanográfiai és globális hidrológiai folyamatok modellezése sokat profitálhat a nagy pontossággal ismert globális geoidból.

Cikkünkben egy a BME Általános- és Felsőgeodézia tanszékén működő MTA-BME Fizikai Geodézia és Geodinamikai Kutatócsoport keretében végzett legutóbbi műholdas gravimetriai méréseken alapuló geoid meghatározás eredményeit mutatjuk be. Egyben az elvégzett munka az első szerző diplomamunkájának alapjait jelentik [Paizs 2006].

2. A műholdas méréseken alapuló geoid meghatározás elméleti háttere

Műholdas gravimetriai adatok jellemzően *közvetett* kapcsolatban állnak a gravitációs térrel [Földváry 2004, Csapó–Földváry 2006]. Eddig két műholdas gravimetriai mérési elképzelés valósult meg, mindkét esetben *közvetett* mérési mennyiségből következtethetünk a globális gravitációs teret jellemző gömbfüggvény együtthatókra: a CHAMP műhold esetén ez a mérési mennyiség

a műhold pálya adatai, a GRACE esetén két műhold között végzett távolságkülönbségek időszora. Az elkövetkező egy-két évre várható a *közvetlenül* gravitációs gradienseket mérő műhold útnak indítása a GOCE projekt keretében.



1. ábra: A GRACE műholdak elrendezésének sematikus ábrája

Tanulmányunkban a GRACE műholdak távolságkülönbségeiből határoztunk meg gravitációs modellt. Röviden annyit érdemes tudni a GRACE projektről, hogy ez az elnevezés egy műhold kettősre vonatkozik (GRACE A és GRACE B), amelyek egymástól mintegy 200–250 km-re leszakadva, 485 km magasan közel azonos pályát járnak be, és mindeközben a két műhold között a távolságot folyamatosan mérik (1. ábra). A távolságkülönbségekből a két műhold energiaszintjeinek különbségére lehet következtetni az energia-megmaradás törvényének segítségével [Gerlach et al. 2003, Paizs 2006]. A leggyakoribb ismert és alkalmazott feldolgozási lehetőség egyike a műholdként értelmezett newtoni mozgásegyenletek különbségeinek meghatározásán alapszik, másik gyakori megoldást numerikus módszerek jelentenek, amelyek a gravitációs gyorsulás vektorok és a műhold pályaadatai kö-

zötti átjárást numerikus integrálási eljárásokkal oldja meg [Földváry–Wermuth 2005]. További frappáns megoldások léteznek, amelyek a műhold pályáját egy szabályos kör alakú pályához viszonyított eltéréseit lineárisnak feltételezve relatíve egyszerű matematikai alakban közvetlen kapcsolatot biztosítanak a pályaelterések és a gravitációs gömbfüggvény együtthatók között (Hill-egyenletek, Kaula lineáris perturbációs elmélete). Azonban ezen frappáns eljárások nem vezettek még gyakorlati eredményekhez [Földváry–Wermuth 2005]. Ebben a tanulmányban az energia-megmaradás törvényén alapuló megoldást választottuk.

3. Előzmények

Megemlítenénk, hogy jelenlegi tanulmányunkat egy korábbi, ennek egyszerűsített megoldása előzte meg. Ez az energia-megmaradás törvényének két műholdra felírt különbségének az ún. bázisvonalakon alapuló megoldása [Paizs 2005] volt. A megoldás során a két műholdat külön-külön kezeljük, és a két műhold közötti távolságmérések eredményeit figyelmen kívül hagyjuk, és az energia-megmaradás törvényét a műholdak fedélzetén elhelyezett GPS antennákkal rögzített pályakoordináták idősorára értelmezzük. A bázisvonalakon alkalmazott megoldás a jelen tanulmányunkban bemutatott módszer elemzésére szolgál: segítségével a műholdak közötti távolságmérések pontossági vizsgálatát végezhettük el.

4. Adatok

A GRACE műholdak, valamint a műholdakra vonatkozó mérési adatokat a Münchener Műszaki Egyetem (Technische Universität München) Csillagászati és Fizikai Geodéziai Intézete (Institut für Astronomische und Physikalische Geodäsie) bocsátotta rendelkezésünkre, 4 hónap (2003. 07. 01. → 2003. 10. 31.) mérési eredményeit tartalmazó adatfájlok formájában. A számítások során a pályakoordináták idősorán kívül [lásd 3. pont] a két műhold között végzett mikrohullámú távolságmérések (KBR – K Band Ranging) eredményeit is felhasználtuk [Paizs 2006]. A két műhold között végzett távolságmérés (24 GHz és 32 GHz frekvenciákon) oda-vissza folyamatosan történik, amely nagyon nagy pontosságú távolságmérést jelent; ez jóval (két nagyságrenddel) pontosabb, mint a pályaadatokból számítható távolság nyújt.

5. Részeredmények

Az energia-megmaradás törvénye értelmében egy testnek – amelyre kizárólag konzervatív erők hatnak – helyzeti (potenciális) és mozgási (kinetikus) energiáinak összege időben állandó. Egy műhold mozgásának vizsgálata során azonban sok egyéb, nem konzervatív erőhatást is figyelembe kell venni, mint például a gravitációs jellemző erőhatások közül a Nap és a Hold tömegvonzását (luniszoláris hatás), vagy a nem gravitációs jellegű hatások közül a légköri sűrűlódást.

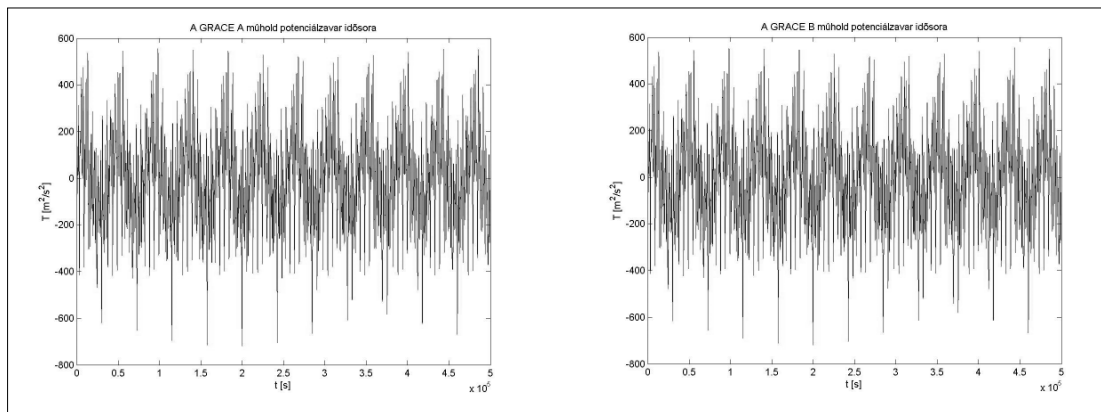
A tisztelt olvasó számára feltehetőleg nem nyilvánvaló, hogy egy 485 km magasan repülő műhold energiaszintje milyen mértékben áll össze a fent nevezett energia fajtákból, ezért érdekesnek tartjuk az energiák nagyságrendjének áttekintését (lásd *1. táblázat*).

Energia/potenciál	[m ² /s ²]
potenciális energia (<i>V</i>)	10 ⁴
kinetikus energia	10 ⁴
centrifugális potenciál	10 ⁴
luniszoláris hatás	10 ¹
normál potenciál (<i>U</i>)	10 ⁴
potenciálzavar (<i>T</i>)	10 ²

1. táblázat: Egy műhold energiáinak nagyságrendjei

A műhold energiaszintje 10⁴ m²/s² nagyságrendű, amely azonos mértékben áll össze a kinetikus és a potenciális energiákból. A műhold egy közel kör alakú pályán kering a Föld körül, amely mindeközben folyamatosan forog saját tengelye körül. Mi a forgó Földről nézve a műholdat úgy érzékeljük, hogy a műhold mozgása összetett, és a valójában független földi forgást is magába foglalja. Ezt a (földi észlelő számára valós) erőt centrifugális erőnek hívjuk, ami a GRACE műholdak esetén szintén 10⁴ m²/s² nagyságrendű energiát jelent. Ehhez a három legnagyobb energia összetevőhöz képest a többi erőhatás következtében létrejövő energiaváltozások szinte elhanyagolhatóak: a legjelentősebb konzervatív erő energiája a luniszoláris tömegvonzásból származó energia, amely nagyságrendje így is alig 10¹ m²/s².

Feladatunk a földi gravitációs potenciálból (*V*) meghatározni az azt kialakító gravitációs teret. Ennek mikéntjéről a 6. pont elején szólunk. Előzetesen annyit, hogy a megoldáshoz használandó kiegyenlítés érzékeny a nagyságrendre,



2. ábra: A GRACE A (bal) és a GRACE B (jobb) műholdak potenciálzavar időszora

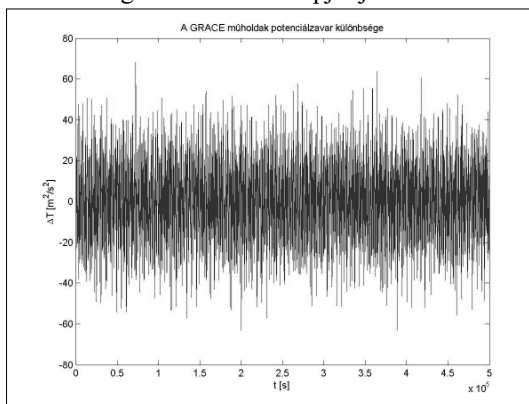
és a $10^4 \text{ m}^2/\text{s}^2$ nagyságrend túl nagyoknak tűnik. Mindenképpen érdemes tehát a hasznos információt leválasztani az előzetesen ismert hatásoktól. Ezért a potenciálból levonjuk annak egy szabályos, matematikailag könnyen kezelhető részét, ami mégis elég jó közelítést adja a földi gravitációs potenciálnak – ez az ún. *normál potenciál* (U). A **WGS84** elnevezésű normál potenciálteret a műhold potenciáljából levonva *potenciálzavar*-hoz jutunk ($T=V-U$), amely mennyiség nagyságrendjét tekintve $10^2 \text{ m}^2/\text{s}^2$ jelent [lásd 1. táblázat]. Ez azt mutatja, hogy a $10^4 \text{ m}^2/\text{s}^2$ nagyságrendű potenciálból számunkra legfeljebb ennek század része jelent új információt, amely nagyságrend a kiegyenlítés számára inkább megfelelő. Érdekesképpen a két műhold adataiból számított potenciálzavar idősort mutatjuk ugyanarra az időtartamra (2. ábra). Az ábrán látható fűrészfogas jelleg a műhold Föld körüli keringése, annak ciklikussága következtében alakul ki.

Mint már említettük, úgy tudjuk érdemben kihasználni a két műhold között végzett nagypontosságú távolságmérés eredményeit, ha a két műholdra értelmezett energia-megmaradás törvényének a *különbségét* képezzük. Ebben az esetben sok kisebb erőhatást figyelmen kívül is hagyhatunk, mert – amint számításaink is igazolták – a közel azonos magasságban egymást követő műholdakra közel ugyanakkora perturbáló erők hatnak. A 2. táblázatban a GRACE B és a GRACE A műholdak energiáinak *különbségeit* képeztük (normál potenciál (ΔU), potenciál (ΔV), potenciálzavar (ΔT), kinetikus energia, centrifugális potenciál), valamint a két műholdra ható luniszoláris hatás különbségét, amely már a többinél jóval kisebb energiaváltozást okoz ($10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}^2$).

Energia/potenciál	$[\text{m}^2/\text{s}^2]$
potenciál (ΔV)	10^3
kinetikus energia	10^3
centrifugális potenciál	10^3
luniszoláris hatás	10^{-1}
normál potenciál (ΔU)	10^3
potenciálzavar (ΔT)	10^1

2. táblázat: Két műhold energiakülönbségeinek nagyságrendje

Az 2. ábrán láthattuk, hogy a két műhold potenciál időszora a közel azonos pálya miatt meglehetősen hasonló. Különbséget csak az időbeni csúszás okoz. A 3. ábrán a két műhold potenciálzavarainak *különbségét* mutatjuk, amely az időbeni csúszás potenciálon kifejtett mértékéről tájékoztat. Ez az idősor az előállított gravitációs modell megoldásának az alapját jelenti.



3. ábra: A GRACE A és a GRACE B műholdak potenciálzavar különbségének időszora

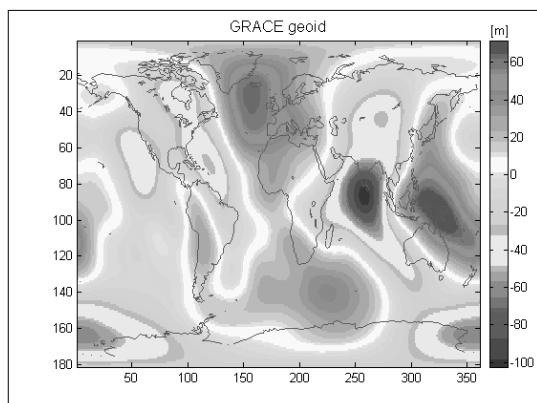
6. Eredmények

Amikor „gravitációs modellről” beszélünk, a földi gravitációs tér egy matematikai leírását értjük alatta. A földi potenciált legelterjedtebben a gömbfüggvénysoros alakban szokták megadni. Gravitációs modellt a gömbfüggvénysor együtthatóinak ismerete jelent. A gömbfüggvénysor együtthatókat a potenciálzavar különbségek 3. ábrán mutatott idősorából kiegyenlítővel nyertük.

A kiegyenlítés a legkisebb négyzetek módszere szerint történt. Mivel ilyen nagy adathalmaz kezelésére a nagy memóriagigény miatt a legkisebb négyzetek módszerének közvetlen megoldására nincs számítógépes kapacitásunk, a módszernek egy numerikusan átalakított megoldásával, az ún. PCGMA módszerrel [Han, 2003] 70 fokig és rendig végeztük. A módszer egy előzetesen definiált, az ismeretlenek nagyságrendjére vonatkozó kényszer ismeretében lehetővé teszi a legmemóriaigényesebb feladat (ez a normál mátrix invertlása) megkerülését egy iteratív módszerrel.

Az így kapott gömbfüggvénysor együtthatók önmagukban véleményünk szerint nem szemléletesek, ezért ehelyett az ezek segítségével meghatározott geoid képét mutatjuk a 4. ábrán. Az ábrán a normál potenciál által leírt szabályos ellipszoidi részt levontuk, így az ábrán látható magasságok (méterben) az ellipszoidhoz képesti eltéréseket jelentik.

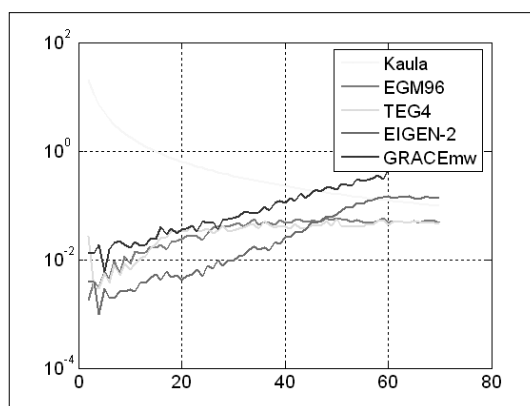
A 4. ábrának a vízszintes tengelyén a fokok számozása Greenwich-csel áttelentes meridiántól, a dátumválasztó vonaltól kezdődik, míg a függőleges tengely mentén az északi sarktól ábrázoltuk a fokokat. A mellékelt skála segítségével leolvasható, hogy például India alatt több mint



4. ábra. A GRACE geoid

100 méterrel az ellipszoid alatt van a geoid, míg Indonéziánál, illetve Afrikától délre és Izland térségében jelentősebb kiemelkedése van az ellipszoidhoz képest.

A globális geoid képen túl pontossági becslést is szeretnénk prezentálni. Ebből a célból a gömbfüggvénysor együtthatóhoz nyúlunk vissza. Az 5. ábrán az együtthatók becslött fokenkénti hibáit, az ún. „fok variancia” értékeket láthatjuk. A gravitációs erőter együtthatóinak fokszámának jelentést leginkább a gravitációs tér formáinak, vonásainak méreteivel kapcsolatban lehet érzékelteni. A gravitációs erőter nagyobb részleteit a kisebb fokszámok, míg a kisebb vonásokat a magasabb fokszámú együtthatók fejezik ki.



5. ábra A gömbfüggvény együtthatók becslött fokenkénti hibái

Az 5. ábrán látható gömbfüggvénysor együtthatók fok varianciáját a $\sigma_l = \sqrt{(C_{lm} - C_{lm}^{ref})^2 + (S_{lm} - S_{lm}^{ref})^2}$ összefüggéssel számoljuk, ahol a „ref” felső indexszel ellátott együtthatók az összehasonlítás alapjául szolgáló, egy korábban ismert gravitációs modell együtthatóit (referencia modellt) takarják. Az összehasonlítás alapjául az első hivatalosan publikált GRACE modellt, az EIGEN-GRACE01S választottuk. Az 5. ábrán feltüntetett, illetve a referencia céllal kiválasztott modelleket ismertetjük a következőkben.

- EIGEN-GRACE01S (a referencia modellt): 39 nap GRACE mérési adatokból számított modell (maximális fok: 360)
- EGM96: 1996-os földfelszíni és altimetriai mérési adatokból számított modell (maximális fok: 360)
- EIGEN-2: 2003-as 6 hónap mérési eredményeinek feldolgozása a CHAMP projektnek (maximális fok: 140)

OSU91A: földfelszíni gravimetriai mérések és altiméterai mérések adatainak felhasználásával készült 1991-es modell (maximális fok: 360)

GRACE: az általunk készített modell, mely 4 hónap mérési eredményei alapján számítottunk, felhasználva a mikrohullámú távolságmérés adatait a GRACE műholdaknak (maximális fok: 70)

Korábbi modellek viszonylatában a mi modellünk (az ábrán mint „GRACE” szerepel) egyes modellekhez képest kisebb (pl. a hivatalos CHAMP modell, EGM96), másokhoz képest nagyobb (OSU91A) hasonlóságot mutat a vizsgálat alapjául választott EIGEN-GRACE01S modellel. Ez azt jelzi, hogy az eredményeink reálisak, mivel egyéb gravitációs modellektől elviekben is független módszerrel azokkal hasonló eredményre jutottunk. Abszolút értelemben pontossági sorrendet hirdetni nem lehet, mivel az eredmény az összehasonlítás alapjául választott gravitációs modell függvénye. Összességében a modellünk az egyéb modellekkel jó korrelációt mutat, így ennek további finomítása és pontosítása értékes eredményeket szolgáltathat.

Végezetül megjegyeznénk, hogy az összehasonlítás nem csak a gömbfüggvény együtthatók megbízhatósága terén lehetséges, hanem a belőlük előállított geoidmodelleket is összevethetjük [Paizs 2006]. Az ilyen jellegű vizsgálatok az 5. ábra összehasonlításával megegyező eredményt adnak.

IRODALOM

- Csapó G.–Földváry L. (2006): A magyarországi gravimetria története napjainkig. Geodézia és Kartográfia, 2006/07.
- Földváry L. (2004): A 2000-es évek első évtizede: A gravimetriai műholdak korszaka, Magyar Geofizika 45(4): 118–124
- Földváry, L.–Wermuth, M. (2005): Gravity Inversion Techniques for High-Low SST Applied to a Simulated GOCE Orbit, Acta Geodetica et Geophysica Hungarica 40(1): 1–13
- Gerlach, Ch.–Földváry, L.–Svehla, D., et al. (2003): A CHAMP-only gravity field model from kinematic orbits using the energy integral, Geophysical Research Letters 30(20): 2037, doi:10.1029/2003GL018025.
- Han, S.-C. (2003): Efficient Global Gravity Determination from Satellite-to-Satellite Tracking (SST), Geodetic and GeoInformation Science, Ohio State University, Report No. 467.
- Paizs Z. (2005): Geopotenciális modell számítása GRACE bázisvonal alapján, BME TDK dolgozat
- Paizs Z. (2006): Geopotenciális modell számítása GRACE mikrohullámú távolságmérés alapján, BME diplomamunka

Determination of a gravity model based on four-month of GRACE observations

Paizs, Z.–Földváry, L.

Summary

The paper provides an overview of the most up-to-date results of GRACE related researches at the MTA-BME Physical Geodesy and Geodynamics Research Group. A gravity model has been determined based on 4 month of GRACE data using the energy integral approach for processing and PCGMA method for adjusting. The result is comparable with the recent satellite-only gravity models.



A Mars felszínalaktani vizsgálata űrfelvételek alapján

Sik András–Kereszturi Ákos

PhD hallgatók

Planetológiai Műhely,

ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet

sikandras@ludens.elte.hu



1. Bevezetés

Napjainkban, a távérzékelés földi alkalmazásainak fejlődésével párhuzamosan egyre összetettebb bolygókutató űrszondák tanulmányozzák legszűkebb kozmikus környezetünk más égitestjeit is. A saját bolygónk térségét elhagyó űreszközök két alaptípusba sorolhatók: keringő- vagy leszállóegységek.

A morfológiai kutatások szempontjából az előbbi csoportba tartozó szerkezeteknek van nagyobb jelentősége, mert – pályaelemeik függvényében – a vizsgált égitest majdnem teljes felszínéről képesek mérési adatokat gyűjteni illetve felvételeket készíteni, akár rövid időközönként ismétlődve is.

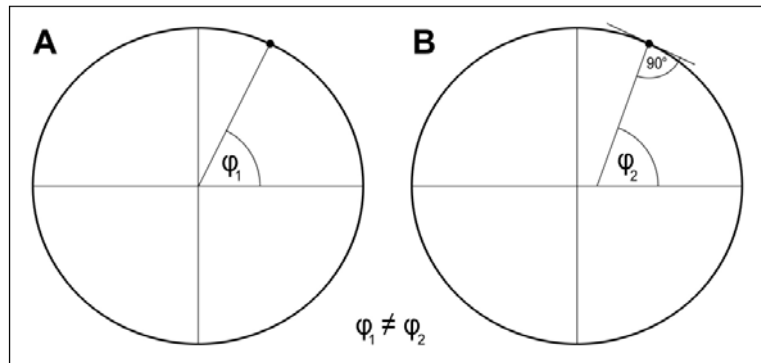
A Naprendszerben a Mars természeti képe hasonlít leginkább a földi környezethez, mivel a múltban folyékony víz alakította tájainak arculatát, s nagyon sok kutató úgy gondolja, hogy valamilyen egyszerű életforma is létezhetett felszínén. Mindezek következtében a XX. század végére külső bolygószo­mszédunk a tudományos érdeklődés középpontjába került, planetológiai és asztrobiológiai szempontból egyaránt.

Így az elmúlt évtizedek során több tucat űrszonda indult a vörös bolygó felé, jelenleg pedig két leszállóegység illetve négy keringőegység működik térségében, amelyek minden korábbinál részletesebb felszínalaktani vizsgálatok elvégzését teszik lehetővé, s elősegítik az égitest rejtélyekben bővelkedő fejlődéstörténetének pontosabb megismerését.

2. Adatforrások és módszertan

A Mars felszíni formakincsének tanulmányozása módszertani szempontból rendkívül összetett feladat, mivel a morfológiai interpretáció és az összehasonlító planetológiai elvek alkalmazása mellett digitális képfeldolgozással, morfometriával illetve domborzatmodellezéssel kapcsolatos eljárások végrehajtását valamint a felhasznált adatok térinformatikai rendszerbe szervezését egyaránt igényli.

A Mars-kutató űrszondák mérési eredményei alapvetően nyilvánosak, ám először természetesen az egyes műszereket készítő kutatócsoportok elemezhetik azokat, általában fél évig. Ezt követően interneten keresztül, bárki számára hozzáférhető adatbázisokba kerülnek, különböző feldolgozottsági szinten, többféle formátumban és sajnos gyakran eltérő vonatkoztatási rendszerben.



1. ábra Az egyenlítőtől mért távolság eltérő meghatározása a Mars térképezése során alkalmazott kétféle koordináta-rendszerben. A – planetocentrikus (a szélesség értéke a felszíni ponthoz húzott sugár és az egyenlítő által bezárt szög, a hosszúság értéke kelet felé növekszik 0° -tól 360° -ig); B – planetografikus (a szélesség értéke a felszíni pontból induló helyi függőleges és az egyenlítő által bezárt szög, a hosszúság értéke nyugat felé növekszik 0° -tól 360° -ig)

A vörös bolygó esetében ez leginkább az elmúlt évtizedek során definiált marsi ellipszoidok és standardként elfogadott térképi vetületek keveredését, illetve kétféle, párhuzamosan létező koordináta-rendszer alkalmazását jelenti (*I. ábra*). Ezért a több műszer adatait integráló vizsgálatok első lépését általában a különböző forrásokból származó térbeli információk egységes

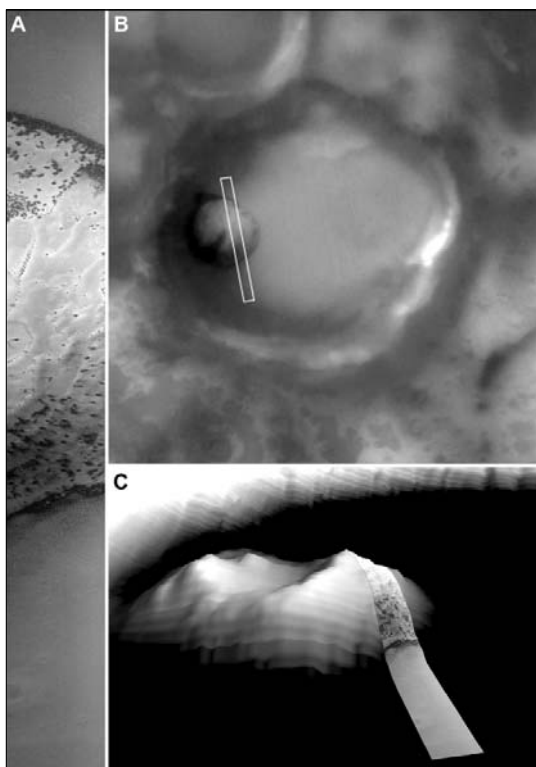
vonatkoztatási rendszerbe konvertálása jelenti (*I. táblázat*). Hasonló erőfeszítésekre természetesen földi adatbázisok létrehozása során is szükség lehet, azonban ehhez képest többlet-nehézséget jelent, hogy számos térinformatikai szoftver nem képes a marsi ellipszoidok kezelésére.

Az általunk végzett felszínalaktani vizsgálatok során főként optikai hullámhossz-tartomány-

I. táblázat

**Aktív keringőegységek a Mars körül: készítőjük,
 egyes műszereik pontossága és felvételeik jellemző mérete,
 vonatkoztatási rendszere illetve nyilvános adatbázisának internet-címe**

Mars Global Surveyor (MGS), készítő: NASA
<i>Mars Orbiter Camera (MOC)</i>
térbeli felbontás: 1,4 méter/pixel spektrális felbontás: pankromatikus (500-900 nm) felvételek jellemző mérete: 3 x 30 km ellipszoid: IAU1994 koordináta-rendszer: planetografikus http://www.msss.com/mgs/moc/index.html
<i>Mars Orbiter Laser Altimeter (MOLA)</i>
térbeli felbontás: kb. 300 méter/mérés függőleges pontosság: kb. 0,3 méter adatok formátuma: egyedi profilok vagy regionális DEM-ek ellipszoid: IAU2000 koordináta-rendszer: planetocentrikus http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/tharsis/mola.html
2001 Mars Odyssey, készítő: NASA
<i>Thermal Emission Imaging System (THEMIS)</i>
térbeli felbontás: 19 méter/pixel (látható), 100 méter/pixel (infravörös) spektrális felbontás: 425-860 nm (látható), 6,78-14,88 μ m (infravörös) felvételek jellemző mérete: 18 x 65 km (látható), 32 x ~1 000 km (infravörös) ellipszoid: IAU2000 koordináta-rendszer: planetocentrikus http://themis.asu.edu
Mars Express (MEX), készítő: ESA
<i>High Resolution Stereo Camera (HRSC)</i>
térbeli felbontás: 10 méter/pixel (normál), 2 méter/pixel (super) spektrális felbontás: 440-970 nm (normál), pankromatikus (super) felvételek jellemző mérete: több 100 km x több 1 000 km ellipszoid: IAU2000 nagytengegyével azonos sugarú gömb koordináta-rendszer: planetocentrikus http://www.rssd.esa.int/index.php?project=PSA
Mars Reconnaissance Orbiter (MRO), készítő: NASA
<i>High Resolution Imaging Science Experiment (HiRISE)</i>
térbeli felbontás: 0,3 méter/pixel spektrális felbontás: 400-1 000 nm felvételek jellemző mérete: 6 x 12 km ellipszoid: IAU2000 koordináta-rendszer: planetocentrikus http://hirise.lpl.arizona.edu



2. ábra A – nagyfelbontású MGS MOC felvétel részlete; B – az A felvétel relief-helyzete: áthalad egy kráter belsejében található dűnecsoporton; C – az A felvétel ráillesztve a terület digitális domborzatmodelljére (10-szeres magasságtorzítás)

ban működő képpalkotó berendezések különböző felbontású és kiterjedésű felvételeit elemezzük, környezetük relief-viszonyait pedig lézeres magasságmérésekből interpolált digitális domborzatmodell alapján határozzuk meg (2. ábra). Mindez természetesen összekapcsolható a keringőegységek spektrométerei és légkör-kutató műszerei által továbbított adatok feldolgozásával is, amelyekből a felszín anyagi összetétele illetve az atmoszféra állapothatározói és áramlási folyamatai ismerhetők meg. Munkánkhoz többek között az ArcView/ArcGIS, az Erdas Imagine, a GIMP, valamint a Surfer szoftvereket használjuk.

3. Kutatási példa I. – Folyóvölgyek és csatornák

A Mars felszínén látható idős, folyóvölgyekre emlékeztető képződmények a kialakulásuk idején uralkodó éghajlatról adhatnak információkat. Ezek elsősorban a nagy kráttersűrűségű déli

felföldeken figyelhetők meg (Pieri, 1980), s két típusuk különíthető el: a kisebb, elágazó hálózatos csatornák, amelyek vagy esőzésekkel, vagy a felszínhez közeli jég megolvadásával jöttek létre (a csatorna kifejezés itt a völgyet és a medret egyaránt helyettesíti, mivel azok elkülönítése nem minden esetben egyértelmű), valamint a sokkal nagyobb áradásos csatornák, amelyek felszín alatti víztömegek gyors feltörése során keletkeztek. Vízhozamuk másodpercenként több km^3 -nyi lehetett, és kialakulásukhoz nem feltétlenül szükséges a mainál kedvezőbb éghajlat.

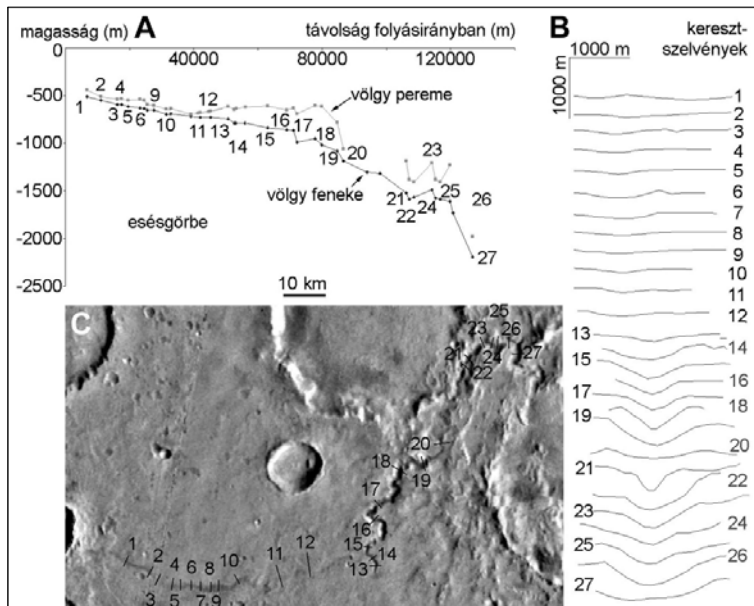
Az egykori felszíni környezet jellemzésére a folyásnyomok közül tehát inkább a hálózatos csatornák alkalmasak, ám az erózió természetesen jelentős mértékben átalakította ezeket a formákat. További nehézséget jelent értelmezésük során, hogy földi tapasztalataink és analógiáink nem feltétlenül alkalmazhatók teljes mértékben a vörös bolygóra. A hálózatos csatornák morfológiai jellemzőinek vizsgálata azonban így is számos érdekességre mutathat rá (3. ábra).

A völgyekben lezajlott eróziós folyamatok rekonstruálását a keresztmetsvények elemzése is segítheti, mivel az egykori völgy- vagy mederfenék alakjában akár teraszokhoz hasonló képződmények is kimutathatók. Emellett talán a földi folyóteraszok kialakulásának megértéséhez is közelebb kerülhetünk a hasonló marsi formák részletes vizsgálata által. A teraszképződés egyes földi okai ugyanis nem, illetve más formában lehetnek jelen a vörös bolygón. A teraszok biztos azonosításához persze felszíni vizsgálatokra lenne szükség – azonban napjainkban még csak korlátozott felbontású távérzékeléses adatok állnak rendelkezésre.

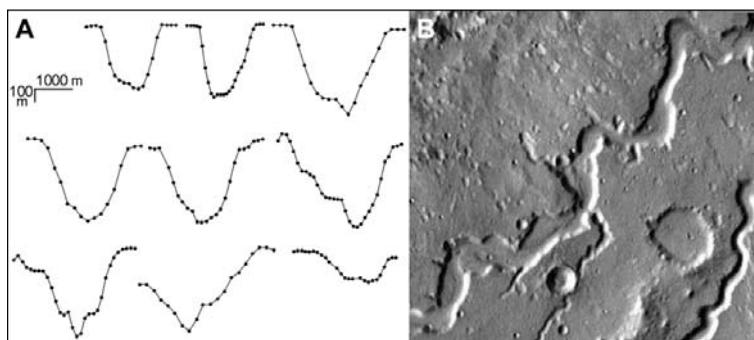
Az MGS MOLA lézeres magasságmérőjének völgyeket keresztelő profiljaiban néhol folyóteraszra emlékeztető formák mutathatók ki, továbbá a nagyfelbontású felvételeken is azonosíthatók a nagyobb völgyek alján mélyebbre vágódott kisebb medrek nyomai (4. ábra).

Az eddigi vizsgálatok arra utalnak, hogy sok egykori csatornában több ciklusban, eltérő mennyiségű víz áramlott, s így különböző mélységű bevágódás zajlott le. Azt azonban az esetek többségében sajnos nem sikerült megállapítani, hogy a vízhozam változása rövid idő alatt történt, vagy a bolygó fejlődésének más időszakaiban, egymástól függetlenül áramlott eltérő mennyiségű víz ugyanabban a mederben, illetve völgyben.

A vízfolyások által erodált csatornák falain a Földről ismert lejtőfejlődés marsi megfelelőinek nyomai tanulmányozhatók. Az idős vízfolyásnyo-



3. ábra A – a Tyras-völgy esésgörbéje;
B – a völgy kereszt-szelvényei;
C – a kereszt-szelvények alapján elkülönített sekélyebb felső- illetve jobban bevágódott alsószakasz



4. ábra A – néhány kereszt-szelvény, amelyek alakja folyóterasz jellegű domborzati formák létére utal; B – a Nirgal-völgy részlete, amelynek aljzatán egy mélyebbre vágódó völgy vagy meder azonosítható

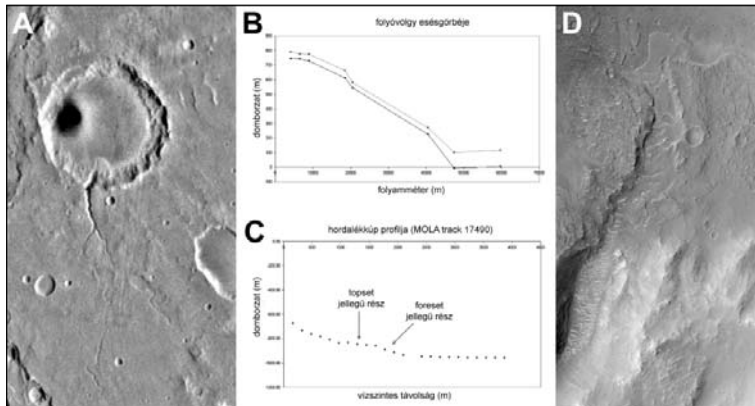
mok belső lejtőit ugyanis eredetileg a vízfolyások eróziós tevékenysége hozta létre, később viszont más folyamatok módosították formakincsüket, amelyek azonosításában hasznos lehet morfológiai módszerek alkalmazása. Többek között összehasonlítható a kereszt-szelvények egymással szemközti lejtőinek alakja, s részletesen elemezhető a mélység illetve a lejtőszög viszonya.

Emellett érdekes eredményekre vezethet a völgyből elszállított anyag térfogatának és a lerakódott üledék mennyiségének kiszámítása is. Az 5. ábrán látható kráterbe torkolló völgnél a kierodált térfogat nagyságrendileg 10 km^3 . Természetesen ennek le is kellett rakódnia valahol, amire feltehetőleg a kráterben, mint végső zárt üledékgyűjtőben kerülhetett sor. Itt valóban található is egy hordalékkúpra emlékeztető képződmény, közvetlenül a völgy kráterbe érkezésénél, amelynek felszínébe az üledék lerakódása után,

ugyanabból a völgyből érkező újabb anyagáramlás egy további völgyet mélyített.

A hordalékkúp térfogata a MOLA adatok alapján csak jelentős bizonytalansággal becsülhető meg: elnyúlt alakja – egy téglatesttel közelítve – $0,06 \times 1,875 \times 5,917 \text{ km}$ méretűnek tekinthető, így térfogata kb. $0,66 \pm 0,20 \text{ km}^3$ lehet. Ez azonban sokkal kevesebb a várt értéknél, aminek egyik lehetséges magyarázata, hogy a kierodált anyag jelentős része víziég volt, s a lerakódás előtt elolvadt vagy szublimált. Am az is elképzelhető, hogy nem az összes anyag rakódott le a hordalékkúpra.

Feltehetőleg mindkét tényezőnek szerepe volt a megfigyelt különbség kialakulásában, de inkább az utóbbi befolyásolhatta erősebben a hordalékkúp végső térfogatát. Ismereteink szerint a Mars felszíni törmelékanyagának jellemző porüstérfogata 50% alatti (Squyres et al., 1992), tehát



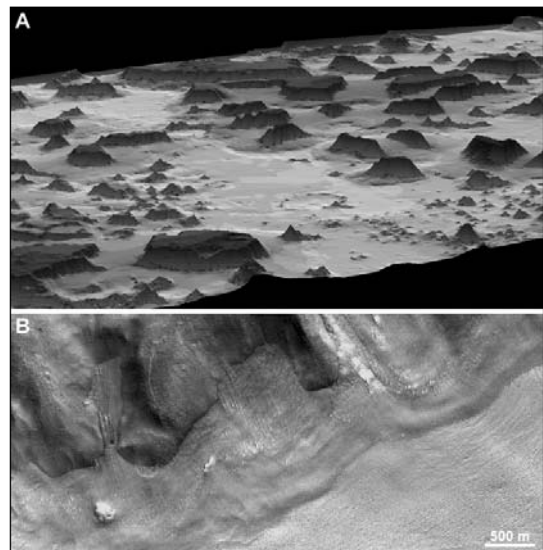
5. ábra A – a folyóvölgy képe; B – a rendszer esésgörbéje; C – a hordalékkúp topográfiai szerkezetbe mélyedő utólagos völgy az MGS MOC E2200578 számú nagyfelbontású képe, amelyen a hordalékkúp disztális elvégződésénél néhány kibukkanó réteg is azonosítható

minimum 4–5 km³ szilárd hordalék távozhatott el a völgyből, amelynek csak néhány százaléka halmozódott fel a hordalékkúpban, a többi pedig máshol ülepedett ki. Emellett az sem kizárt, hogy a hordalékkúp a jelenlegi felszín alatt folytatódik, s térfogata lényegesen nagyobb, mint amekkora az űrfelvételeken megfigyelhető.

4. Kutatási példa II. – Periglaciális törmelékletjtők

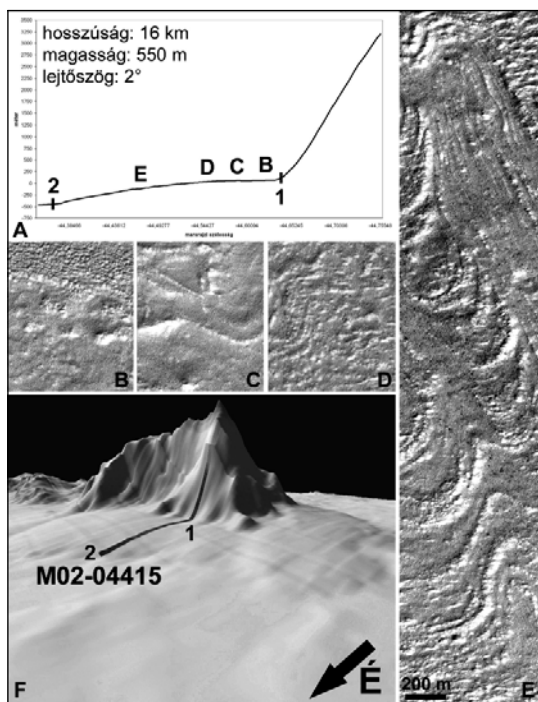
Éghajlatmorfológiai szempontból a Mars felszínének jelentős része periglaciális környezetnek tekinthető, amelynek legfontosabb jellemvonása a fagyott víz felszín alatti jelenléte és időszakos megolvadása (Gábris, 1991). A H₂O periodikus állapotváltozásainak következtében a periglaciális tájakat alakító különböző folyamatok működése csak rendkívül szűk hőmérsékleti tartományban lehetséges, ezért nagyon érzékenyen reagálnak a természeti viszonyok legapróbb ingadozásaira is. Ezek a környezetváltozások rövid idő alatt képesek módosítani a periglaciális területek jellegzetes formakincsét, amelynek számos eleme – többek között a köpoligonok, a kúszó törmeléksávok, illetve a legnagyobb kiterjedésű periglaciális formák, a sziklagleccserek – nagyfelbontású űrfelvételeken is felismerhető.

A Mars közepes „marsrajzi szélességű” övezetében sajátos arculatú tájak helyezkednek el, amelyeket kimart területek neveznek (angolul fretted terrain). Alapvető tulajdonságuk a nyugtalan domborzat, mivel ezek az 1–2 km magasú táblahegyekre és a köztük húzódó, lapos aljzatú völgyekre elkülönülő térszínek fokozatos átmenetet képeznek a bolygó két eltérő felszín-típusa, a fiatal északi mélyföldek és az idős déli felföldek között.



6. ábra A – a kimart területek jellemző relief-viszonyait ábrázoló digitális domborzatmodell (5-szörös magasságtorzítás); B – egy völgy oldalfala mentén húzódó törmelékletjtő képe az MGS MOC M0304315 számú nagyfelbontású felvételén

A szigetszerű táblahegyek körül és a völgyek oldalfala mentén különleges lejtőformák figyelhetők meg (6. ábra). Ezek a periglaciális törmelékletjtőnek nevezett alakzatok plasztikus megjelenésűek, felszíni barázda-mintázattal jellemezhetők, lézeres magasságmérésekkel meghatározott legfontosabb alaki sajátosságaik pedig a törmelékletjtőt a táblahegytől elválasztó éles töréspont, a lejtő domború, konvex lefutása illetve hirtelen elvégződő homlokfrontja. Átlagosan több tíz kilométer hosszúságúak és több száz méter vastagságúak, lejtésük viszont igen csekély: 1,5–3° közötti (Sik, 2004).



7. ábra A – a D. sz. 45°, K. h. 105° koordinátájú táblahegy körüli periglaciális törmelékletítő keresztmetsvénye (1 és 2 pontok között) az M0204415 számú nagyfelbontású MGS MOC felvételhez tartozó lézeres magasságprofilon; B, C, D, E – a felvétel részletei a keresztmetsvényen jelölt helyeken; F – a felvétel elhelyezkedése a terület digitális domborzatmodelljén (10-szeres magasságtorzítás)

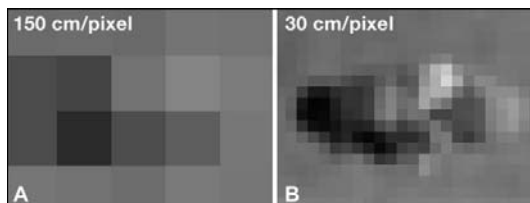
Munkánk során próbáltunk olyan törmelékletítőket keresni, amelyekről több nagyfelbontású felvétel is készült, mert domborzati helyzetük összehasonlítása és integrált módszerekkel történő elemzésük az egyedi jellemvonások felismerése mellett általánosabb érvényű következtetéseket eredményezhet. Legrészletesebben a D. sz. 45°, K. h. 105° koordinátájú táblahegyet körülvevő törmelékletítőt elemeztük, morfológiai és morfo-metriai szempontból egyaránt (7. ábra). A lejtő keresztmetsvényei valamint a különböző részein látható felszínformák is arra utalnak, hogy plasztikus deformációk alakították ki jelenlegi állapotát, ami feltehetőleg a törmelékletítő belsejében található jégtestek ismétlődő megolvadásával, lejtőirányú elmozdulásával illetve újrafagyásával magyarázható.

Mindezek alapján a periglaciális törmelékletítők legpontosabb földi analógiái a sziklageccserek (nyelvserű, meredek homlok- és oldalsáncok-

kal határolt jégmagvú kőzettörmelék-összletek), amelyek a Földön törmelékletítők „eljegesedésével” vagy gleccserek „betemetődésével” jönnek létre. Az aktív sziklageccserek lassú mozgásban vannak, mert jégtartalmuk időszakosan megolvadva lehetővé teszi anyaguk lassú elmozdulását az alacsonyabb területek felé, s az ebből származó feszültség következtében egymással párhuzamos, lejtésirányba domborodó íves barázdák jönnek létre felszínükön (ilyen jellegű alakzat látható a 7. ábra/E részletén).

A periglaciális törmelékletítők morfológiai elemzésének legizgalmasabb kérdése, hogy lehetnek-e aktív állapotban a Mars rideg felszíni környezetében? Ám a választ egyelőre nem ismerjük, s a keringőegységek adatai alapján valószínűleg nem is tudnánk kimutatni lejtőirányú elmozdulásukat, mert a megfigyelési időszak csak alig néhány éve tart. 2006. novemberében azonban megkezdte működését a Mars Reconnaissance Orbiter nagyfelbontású HiRISE kamerája, amelynek pontossága 30 cm/pixel (8. ábra), s így felvételei – többek között – talán a törmelékletítők mikromorfológiai változásainak feltárását is lehetővé teszik.

A földi sziklageccserek és a marsi kimart területek törmelékletítőinek vizsgálata tehát mindkét égitesten összekapcsolódik a paleoklimatikus viszonyok rekonstrukciójára irányuló kutatásokkal. A közeljövőben minden bizonnyal egyre pontosabban megértjük majd a Földön illetve a Mars-on zajló éghajlat-ingadozások és a periglaciális formakincs változása között fennálló általános összefüggéseket, így az űrfelvételek alapján végzett felszínalaktani elemzés hozzájárulhat a vörös bolygó éghajlati múltjának pontosabb megismeréséhez, s ezen keresztül a Mars-kutatás egyik alapkérdésének megválaszolásához is: hogy az egykori nedves, víz által formált égitest miért alakult át egy zord, száraz és fagyos bolygóvá?



8. ábra A – egy leszállóegység modellezett látványa az MGS MOC nagyfelbontású felvételén; B – egy leszállóegység modellezett látványa a Mars Reconnaissance Orbiter HiRISE nagyfelbontású felvételén

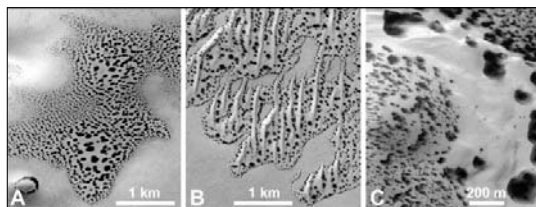
5. Kutatási példa III. – Sötét foltok és lejtősávok

A Mars pólusaihoz közeli területeket télen beborító időszakos fagytakarón tavasszal különös felszíni mintázat figyelhető meg. A látványos képződmények igen változatosak (Kieffer et al., 2000), s egyik típusukat sötét dűnefoltoknak – angolul dark dune spots, röviden DDS – nevezik (Horváth et al., 2001).

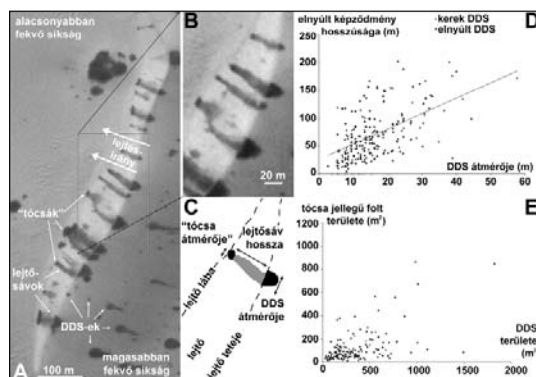
A DDS-ek legfontosabb jellemzői, hogy a déli félteke 60–80° közötti periglaciális övezetében fordulnak elő sötét anyagú homokdűnéken (amelyek felső rétegét vízjég- és törmelékszemcsék fagyos keveréke alkotja), egy sötétebb magból és egy körülötte húzódó világosabb gyűrűből állnak, átmérőjük 5–200 méter közötti, s a helyi tavasz kezdetén jelennek meg a légkörből a tél során kifagyott szén-dioxid jégtakarón, nyár közepére eltűnnek, ám a következő tavasszal ismét előbukkannak (9. ábra).

Továbbá azokból a DDS-ekből, amelyek nem vízszintes terepen helyezkednek el, sok esetben lejtőirányba mutató sötét árnyalatú elnyúlt sávok indulnak ki. A lejtősávok egyik csoportja diffúz peremű, ezeket feltehetőleg szél hozza létre, a folt területén eltűnő jégtakaró helyén felszínre kerülő sötét dűneanyag kifújásával. Az éles körvonalúak érdekesebbek, mert vizsgálataink alapján lehetséges, hogy képződésük a jégtakaró alatti vízszivárgással magyarázható (Horváth et al., 2005).

Ez napjainkban igen merész feltételezésnek tekinthető, mivel a folyékony víz felszíni jelenlétéről élnék tudományos vita zajlik, s a legtöbb szakember véleménye szerint a jelenlegi környezeti viszonyok (–53°C-os átlaghőmérséklet, valamint az átlagos földfelszíni légnyomás 0,6%-a) nem teszik lehetővé, hogy akár csak rövid ideig is stabil létezessen a bolygón. Ám nem zárható ki, hogy a szén-dioxid jégtakaró alatt, a tavaszi napfény hatására felmelegedő törmelékszemcsék felületén képződő folyékony víz lefelé szivároghat a lejtőkön, mivel a



9. ábra DDS-ek az MGS MOC nagyfelbontású felvételeinek részletein. A – M03-07336; B – E0500762; C – M0803419



10. ábra A – egy dűnemező lejtőin látható lefolyás-szerű képződmények az MGS MOC R0700938 számú nagyfelbontású felvételén; B – kinagyított részlet; C – a kinagyított részlet morfológiai vázlatja; D – a sötét dűnefoltok átmérője és az elnyúlt képződmények hosszúsága közötti összefüggés; E – a sötét dűnefoltok területe és a „tölcsár” jellegű foltok területe közötti összefüggés

felette lévő zárt jégréteg képes lehet elszigetelni az alacsony hőmérsékletű és nyomású légkörtől.

Kutatómunkánk során a DDS-ek és a lejtősávok alapvető morfológiai jellemzőit illetve morfológiai paramétereik összefüggéseit vizsgáltuk (10. ábra). A foltokból kiinduló lejtősávok mindig lejtőirányba mutatnak, árnyalatuk változik hosszuk mentén, de mindig sötétebbek a körülöttük lévő jégtakarónál, az egymás melletti, ívelt futású sávok azonos irányba görbülnek, elvégződésüknel gyakran a lejtőn lefelé mozgó anyag felhalmozódására utaló „tölcsár” látható, s alkalmanként előfordul, hogy két különböző foltból induló lejtősáv azonos „tölcsár”-ban végződik.

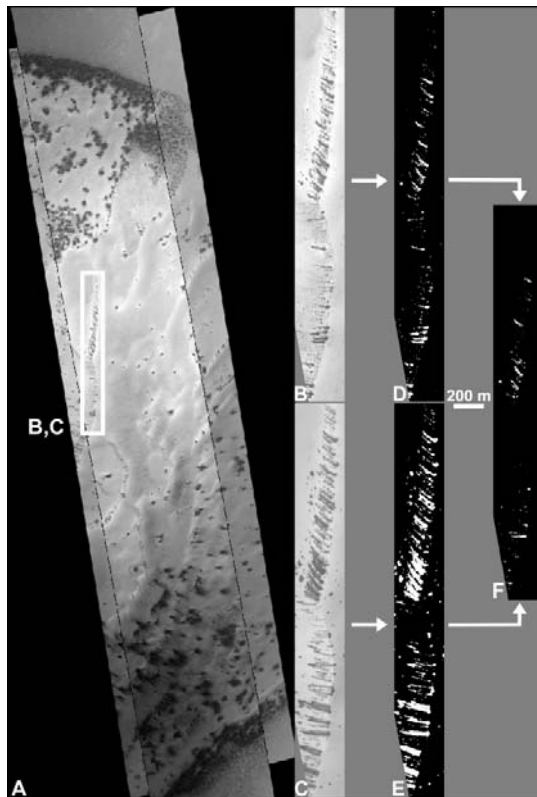
A részletes morfológiai vizsgálatok alapján úgy tűnik, hogy a nagyobb méretű DDS-ekhez hosszabb lejtősávok kapcsolódnak, továbbá a lejtőkön elhelyezkedő, 20 méternél nagyobb átmérőjű foltokból mindig indulnak ki lejtősávok, vagyis a dűnemezőkre jellemző lejtőszögeknél ez lehet a maximális méret, amely felett a DDS már nem tudja megtartani a belsejében felhalmozódott anyagot.

Emellett megpróbáltuk figyelemmel kísérni a mintaterületek időbeli változásait is, amihez azonos helyen, de különböző időpontban készült nagyfelbontású képekre van szükség – ám ilyenekből sajnos csak igen kevés áll rendelkezésre (az MGS MOC felvételek jellemző mérete 3 × 30 km). A megfelelő képpárok kiválasztásában szinte nélkülözhetetlen segítséget jelent a MOC-adatbázis összes felvételének részletes adatait tartal-

mazó adatállomány, amelynek hatékony kezelése érdekében a Collegium Budapest-ben működő Mars Astrobiology Group tagjaival közösen kialakítottunk egy on-line szűrési-keresési-megjelenítési alkalmazást.

Az elvégzett vizsgálatok eredménye szerint a DDS-ek és lejtősávok elhelyezkedése egyáltalán nem véletlenszerű, mivel a sötét alakzatok kb. 50–65%-a évről-évre visszatér, vagyis ugyanazon a helyen jelenik meg tavasz elején, ahol egy marsi évvel korábban is megfigyelhető volt (11. ábra).

A sötét dűnefoltokkal kapcsolatos kutatómunka morfológiai és morfometriai eredményei legteljesebb módon a sokak által vitatott „DDS-MSO hipotézis” alapján magyarázhatók meg, amely



11. ábra A – a mintaterületről készült két felvétel pontosan egymáshoz igazított helyzetben; B – a mintaterület részlete az MGS MOC E0700808 számú nagyfelbontású felvételén; C – a mintaterület azonos részlete az MGS MOC R0700938 számú nagyfelbontású felvételén; D – a B részleten látható lejtősávok kiemelve; E – a C részleten látható lejtősávok kiemelve; F – a D és E részleteken egyaránt látható, vagyis egy marsi év különbséggel ugyanott megjelent lejtősávok

szerint évszakosan folyékony víz képződik és szivárog a poláris dűnemezőket borító jégtakaró alatt, s ez a különleges adottságú mikrokörnyezet talán extremofil élőlények időszakos aktivitását is biztosítani tudja a tavaszi-nyári időszak során (Gánti et al., 2003).

Azonban meg kell említeni, hogy a foltmintázat magyarázatára más, de hasonlóan megdöbbentő elméletek is léteznek (Ness–Orme, 2002; Kieffer et al., 2006; Prieto-Ballesteros et al., 2006), ám a jelenségre csak évek múlva adható majd minden kétséget kizáró magyarázat, amikor egy leszállóegység sikeresen eljut egy pólusközeleli dűnemezőre és közvetlen módszerekkel vizsgálja meg a DDS-ek anyagát.

6. Összegzés és jövőbeli lehetőségek

A Mars felszínének térinformatikai alapú tanulmányozása a geológiai és morfológiai következtetések mellett bepillantást nyújt a felszínen korábban uralkodó éghajlati viszonyokba is. A fenti kutatási példák jól szemléltetik, hogy a napjainkban rendelkezésre álló adatok alapján, a hasonló jellegű földi feladatok megoldása során alkalmazott szoftverek használatával igen sokféle felszínalaktani vizsgálat végezhető el más égitesteken is – kvantitatív és kvalitatív egyaránt.

A Mars-kutatás két legfontosabb célja ugyanis a Földön kívüli élet nyomainak keresése, illetve az ember – remélhetőleg néhány évtizeden belül megvalósuló – biztonságos jelenlétének előkészítése. Ezért a tervek szerint a közeljövőben újabb űrszondák érkeznek majd külső bolygószomszédunk térségébe, hogy egyre több és pontosabb mérési eredmény álljon rendelkezésre a különböző asztrobiológiai illetve kockázatfeltáró vizsgálatokhoz.

Azonban a vörös bolygó bolygótudományi (vagyis alapkutató) szempontból is rendkívül izgalmas célpont, mivel földinél kisebb nehézségi erőtere, valamint száraz és hideg természeti viszonyai miatt tulajdonképpen egy olyan bolygó-méretű laboratóriumnak tekinthető, amelyben a Földről ismert felszínalakító hatások az általunk megszokottól jelentős mértékben eltérő környezetben játszódnak le, illetve ahol számunkra teljesen ismeretlen jelenségek is előfordulhatnak.

Mindezek alapján a Mars formakincsének tanulmányozása nemcsak múltbeli fejlődéstörténetének részletes megismerését szolgálja, hanem azoknak a folyamatoknak az általános megértéséhez is hozzájárulhat, amelyek a Naprendszer

szilárd felszínű égitestjeinek arculatát – többek között saját otthonunk tájait is – formálják.

Köszönetnyilvánítás

Jelen munka megszületésében nyújtott segítségükért szeretnénk köszönetet mondani dr. Gábris Gyulának, Kohán Balázsnak, dr. Mari Lászlónak, Mattányi Zsoltnak, valamint a Collegium Budapest-ben működő Mars Astrobiology Group-nak és az MTA/ELTE TTK Kozmikus Anyagokat Vizsgáló Űrkutató Csoport Planetológiai Körének.

IRODALOM

- Gábris Gy. (1991): Éghajlati felszínalaktan I. – Periglaciális geomorfológia. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Gánti T.–Horváth A.–Gesztési A.–Bérczi Sz.–Szathmáry E. (2003): Dark Dune Spots: Possible Biomarkers on Mars? Origins of Life and Evolution of the Biosphere, 33, 515–557.
- Horváth A.–Gánti T.–Gesztési A.–Bérczi Sz.–Szathmáry E. (2001): Probable evidences of recent biological activity on Mars: appearance and growing of dark dune spots in the south polar region. XXXIIth Lunar and Planetary Science Conference, Houston, abstract #1543.
- Horváth A.–Kereszturi Á.–Bérczi Sz.–Sik A.–Pócs T.–Gesztési A.–Gánti T.–Szathmáry E. (2005): Annual change of Martian DDS-see-pages. XXXVIth Lunar and Planetary Science Conference, Houston, abstract #1128.
- Kieffer, H. H.–Titus, T. N.–Mullins, K. F.–Christensen, P. R. (2000): Mars south polar spring and summer behavior observed by TES: Seasonal cap evolution controlled by frost grain size. Journal of Geophysical Research, 105(E4), 9653–9700.
- Kieffer, H. H.–Christensen, P. R.–Titus, T. N. (2006): CO₂ jets formed by sublimation beneath translucent slab ice in Mars' seasonal south polar ice cap. Nature, 442, 793–796.
- Ness, P. K.–Orme, G. M. (2002): Spider-Ravine models and plant-like features on Mars – Possible geophysical and biogeophysical modes of origin. Journal of the British Interplanetary Society, 2002 március/április.
- Pieri, D.C. (1980): Martian valley morphology, distribution, age and origin. Science, 210, 895–897.
- Prieto-Ballesteros, O.–Fernández-Remolar, D. C.–Rodríguez-Manfredi, J. A.–Selsis, F.–Manrubia, S. C. (2006): Spiders: Water-driven erosive structures in the southern hemisphere of Mars. Astrobiology, 6, 651–667.
- Sik A. (2004): Periglaciális törmelékjejtők vizsgálata digitális domborzatmodellek alapján – a Marson. – Konferencia CD-ROM. Magyar Földrajzi Konferencia 2004, Szeged.
- Squyres, S. W. et al. (1992): Ice in the Martian regolith. In: Kieffer, H. H.(szerk.) et al.: Mars. University of Arizona Press, Tucson.

Mars Surface Analysis Based on Remote Sensing

Sik, A.–Kereszturi Á.

Summary

The aim of this article is to present that based on the remotely sensed images and datasets available today, it is possible to carry out detailed morphological investigations of another planetary bodies. The authors show multiple research examples of ancient fluvial valleys, sedimentary formations, periglacial debris aprons and seasonally changing albedo structures on Mars. Using public space image archives, well-known commercial GIS softwares and the same methodology as used in Earth-related applications, exciting scientific questions can be answered about the surface evolution of the red planet. These results can help to expand our knowledge on the general processes that shape the solid planetary surfaces in the Solar System and to understand more deeply the nature of our own world as well.

Az első magyarországi képalkotó spektrométeres repülés és adatainak elemzése erdőtípusok elkülönítésére*

Hargitai Henrik¹–Kardeván Péter²–Horváth Ferenc³

¹ ELTE TTK Természetföldrajzi Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter st. 1/a, hargitai@emc.elte.hu

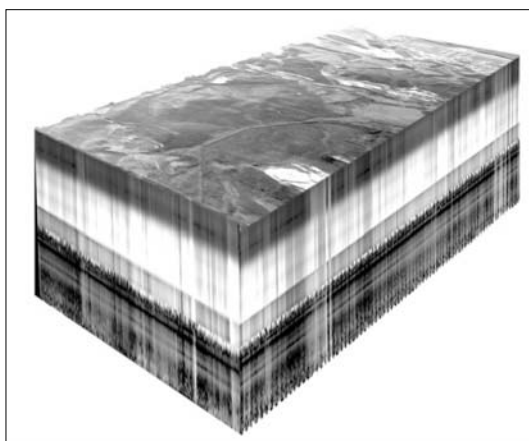
² Magyar Állami Földtani Intézet, 1143 Budapest, Stefánia út 14, kardevan@mafi.hu

³ MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, 2163 Vácrátót, Alkotmány u. 2-4., horvfe@botanika.hu

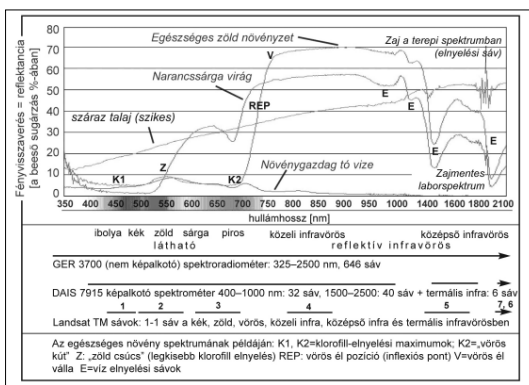
A hiperspektrális távérzékelési technológiával első alkalommal öt magyarországi területről készültek 2002 augusztusában képalkotó spektrométeres légifelvételek egy nemzetközi kooperáció keretében (Kardeván et al. 2003a, Kardeván et al. 2003b, Hargitai et al. 2004, Jung et al. 2003). A projekt egyben a hiperspektrális technológia első hazai tesztelése is volt, melynek során a különféle egyetemek és kutatóintézetek munkatársai elsajátíthatták a hiperspektrális képfeldolgozás folyamatát a terepi munkától az adatfeldolgozásig. Mára megteremtődtek a feltételei, hogy hiperspektrális légifelvételek készítését hazai forrásból, szolgáltatásszerűen rendelhessenek meg azok, akik számára a multispektrális technológia nem nyújt megfelelő pontosságú adatokat. Az alábbi írás a technológia bemutatásán túl az első repülésnek az előzményeit és eredményeit foglalja össze, részletesebben elemezve az erdőtípusokkal kapcsolatos saját kutatás tapasztalatait.

A hiperspektrális technológia

A távérzékelés legújabb alkalmazási területei egyike a képalkotó spektroszkópia – más néven hiperspektrális távérzékelés. Egy ilyen műholdas vagy légifelvételezés során egy területet képpontokra bontunk és minden képpontról felveszünk egy spektrumot, mely folyamatos görbeként jeleníthető meg. A létrejövő adathalmaz egy sajátos ábrázolásának köszönhetően „hiperspektrális adatkocka” néven vált a technológia szimbólumává (1. ábra).



1. ábra: a hiperspektrális adatkocka (Recsk példáján: a jobbra látható fehér folt a recski kőbánya)



2. ábra: spektrumgörbék és érzékelő műszerek összehasonlítása

* A jelen munka egyes részei H. H. doktori értekezése keretében készültek, melynek célja az is, hogy a későbbi – jelen pillanatban már (még csak) körvonalazódó hazai kereskedelmi jellegű repülések eredményeit használó – magyar felhasználók számára egyfajta kalauzként segítséget nyújtson a hiperspektrális repülések előkészítésében, lebonyolításában és elemzésében. A későbbiekben az internetről letölthető munka az ENVI szoftveren ismerteti a képek elkészítésének és feldolgozásának részletes menetét. A dolgozat bemutatja a felvett spektrumgörbék és külön listában közli a hiperspektrális távérzékelés szakszavainak magyar irodalomban felmerült fordítás-változatait.

A hiperspektrális képek általában több tízes nagyságrendű sávból állnak, ellentétben a multispektrális képek 5–10-es nagyságrendű sávjaival (a labormérések és terepi – nem képpalkotó – spektrométerek több százas nagyságrendű sávra bontják kb. ugyanezt a tartományt). Így a spektrum olyan részei is érzékelhetővé válnak, melyek korábban nem: ezek (pl. elnyelési sávok pontos kijelölése) meghatározásával olyan felszínborítás-típusok is elkülöníthetők, melyek a „durvább” multispektrálissal nem (2. ábra).

Hiperspektrális képelemző módszerek

A hiperspektrális képelemző módszereknél (3. ábra) is alapvető, hogy a spektrum előzetesen megfelelő korrekciókon essen át (a terepi spektrumnál csak mesterséges megvilágítás esetén nem szükséges atmoszférikus korrekció). Ezután a spektrumot (lefutását, görbét, elnyelési sávjaikat, a reflektancia abszolút értékét stb.) összehasonlítjuk valamilyen referenciaspektrummal (célspektrum vagy végállású spektrum). A célspektrum származhat terepen felvett tanítómező alapján, magáról a képről; terepi spektrométeres mérésből; labormérésből, spektrumkönyvtárból (ennek használatához a kép pontos atmoszférikus korrekciója szükséges) vagy felvehető a tulajdonságtérben meghatározott tanítómező alapján (pl. interaktív végállású spektrum [end-member] választás, PPI).

Az osztályozáskor a spektrumok összehasonlítása történik: itt a spektrum általános lefutása és/vagy az ezen belüli, jól definiálható elnyelési sávok vizsgálhatók. A – pl. ásványoknál indikatív – elnyelési sávok legjobban kontinuum-el-távolítással vizsgálhatók (pl. spektrális jellemző illesztés [Spectral Feature Fitting]). A spektrum általános lefutásának vizsgálatakor vagy olyan spektrumot kereshetünk, melynek reflektancia-értékei a legjobban hasonlítanak a referenciaspektrumra (illesztéses szűrés [Matched Filtering]), vagy a spektrumot a tulajdonságtérbeli vektorként kezelve az itt található, a referenciára legkisebb szögeltéréssel illeszkedő vektor kereshető (spektrális szög térképező [Spectral Angle Mapper]).

Spektrumszétkeveréskor feltételezzük, hogy a képponthez rendelt spektrum többféle anyag spektrumának a keveréke. Ha ezen anyagok és spektrumai ismertek, szétkeveréssel megállapítható, hogy a kevert spektrumban az egyes spektrumok (anyagok) milyen arányban részesednek.

Az illesztéses szűrés módszerrel az osztályozás egy képponthez nem egy kategóriát rendel, hanem minden célspektrumra egy külön arányképet készít, mely megadja, hogy az adott célspektrum az adott képponton belül milyen arányban részesül.

Mivel a sok sávú képen a szomszédos sávok általában redundánsak, az adatdimenzionalitás csökkenthető: kiválasztjuk azokat a (pl. elnyelési) sávokat, melyekben a vizsgálandó (elkülönítendő) spektrumok a legjobban különböznek és csak ezeket használjuk; vagy főkomponens-analízissel maximalizálhatjuk a különbségeket. A csökkentett dimenziójú (PCA, MNF) kép önmagában is vizsgálható vagy tulajdonságtérben kereshetők végállású spektrumok (pl. az automatizált PPI módszerrel, ha nincs terepi információ), melyek helyei az eredeti képen tanítómezőként felvehetőek, és innen már valós spektrumuk alapján sorolhatók spektrumkönyvtárba és osztályozhatók valamely módszerrel.

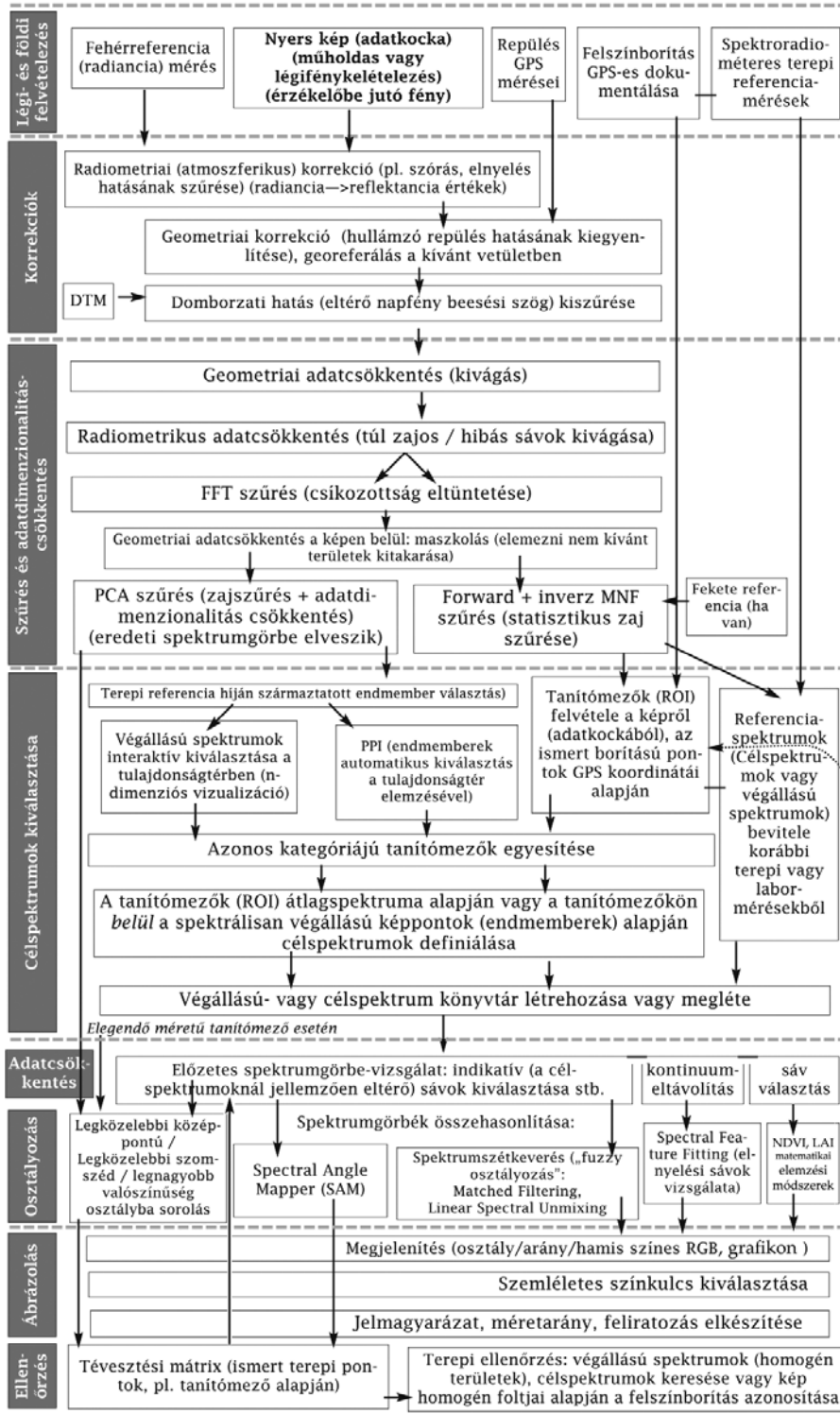
A hazai kísérlet előzményei

Magyarországon a távérzékelés geológiai, mezőgazdasági, térképezést stb. felhasználása az INTERCOSMOS egyezmény keretében kezdődött, majd a FÖMI részéről az ESA-val való egyezményekkel, illetve pl. a CORINE programmal (Büttner et al. 2004a, 2004b; Mari és Mattányi 2002) folytatódott. Mindezek azonban legfeljebb multispektrális adatokat szolgáltatottak.

A hiperspektrális képek magyarországi alkalmazásának igénye először 1998-ban merült fel komolyabban. A Magyar Köztársaság modernizációs programja a 2159/1996. (VI.28.) számú kormányhatározatban önálló feladatként tartalmazza Magyarország légifelmérését. A szakmai irányítási, technológiai és gazdasági szempontból rendkívül összetett feladat előkészítése az akkori Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság (OMFB) támogatásával és koordinációjával kezdődött meg 1997-ben. Ennek keretében – a Magyar Állami Földtani Intézetben (MÁFI) Kardeván Péter kezdeményezésére, szervezésében és szerkesztésében – döntés-előkészítő tanulmány jelent meg (Kardeván 1998a, 1998b), mely a legfontosabb három célkitűzésként jelölte ki a következőket: az ország teljes lefedése mérőkamerás légifelvételekkel; az ország teljes lefedése légigeofizikai felvételezéssel; hiperspektrális digitális felvételek készítése az ország területére.

[A hiperspektrális technológia használata] „jelenleg még világszinten is csak kutatási fázisban

A hiperspektrális képfeldolgozás néhány lehetséges útja



3. ábra:
A hiperspektrális képek feldolgozásának vázlatja

tart. Ezért hazai szinten országos méretű felvételezési program megvalósítása ma még nem célszerű. Annak érdekében, hogy ne csak irodalmi szinten ismerjük ezt a korszerű felvételezési technikát, javaslat született arra, hogy Magyarország jól lehatárolt területein, jól megfogalmazott célkitűzéssel (pl. környezetvédelem, növényvédelem, légszennyezések hatása stb.) kisebb, de jól ismert teszt területekre kísérleti célú légifelvételezést, adatfeldolgozást és adatelemzést végezzünk el. Ehhez különböző szakmai területek szakembereinek összehangolt tevékenységére van szükség.” – írta tanulmányában 2001-ben a FÖMI tudományos főigazgató-helyettese (*Winkler* 2001). A megvalósíthatósági tanulmányról szóló vezetői összefoglalójában elhangzott: „A konzultációk során nem lehetett azonosítani olyan „vívőprojektet”, amelyhez kapcsolódóan a hiperspektrális adatokat valamely felhasználó igényelte volna a mintegy 100 millió Ft ráfordítást is vállalva.” (*Bognár* 1999). Végül a pilot projekt az Európai Unió támogatással és a MÁFI finanszírozásával valósulhatott meg.

Magyarországon először 1989-ben használtak képkalkító spektrométert, a FÖMI által 1989-ben végrehajtott MONITEQ kampány keretében. A kanadai MONITEQ cég FLI/PMI rendszere egy képkalkító spektrométer volt, mely két üzemmódban működött: spektrális módban 288 sávban, térképező üzemmódban pedig nyolc választható sávban. A szigetközi felvételezésben a térképező üzemmódot használták. A terület kiválasztását az abban az időben kezdődő Bős-nagymarosi munkálatok indokolták (*Büttner* 1990).

A magyarországi hiperspektrális felvételezés szervezését az OMFB-tanulmánytól függetlenül még a 2000-es nagybányai eredetű ciánszennyezés idején, annak kapcsán kezdte a hollandiai ITC-ben (International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, Enschede) *Vekerdy Zoltán*. Magyarországról *Kardeván Péter* vezetésével a MÁFI (Magyar Állami Földtani Intézet) kezdeményezte és koordinálta a teljes kutatást, annak megszervezését, megvalósítását és elemzését és az adatok más kutatóknak történő rendelkezésre bocsátását. A közös kutatásra a MÁFI és az ITC között 2000. februárjában aláírt három éves tudományos együttműködési keretszerződés alapján került sor (*Kardeván et al.* 2000).

A kísérlet előkészítéseként egy, az ITC által biztosított GER 3700 spektrométerrel terepi spektrumok (talaj, növényzet) és talajminták begyűjtésére került sor *Kardeván Péter* vezetésével

az Alföldön. Az interdiszciplináris projektben már együttműködő partner volt többek között a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrumából (DEATC) *Tamás János*, a JATE-ról *Mucsi László*, illetve egy hazai laboratóriumi közetspektrumkönyvtár létrehozása céljából *Zelenkai Tibor* (*Kardeván et al.* 2000), akik később is csatlakoznak a hiperspektrális adatok elemzéséhez. A MÁFI részéről a munkában *Kardeván Péter* mellett *Róth László* vett részt.

A hiperspektrális képek elkészítése az Európai Unió Improving Human Potential Programme: Access to Research Infrastructures projektje keretében valósult meg. Ezt a németországi DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) *Andreas Müller* geológus vezetésével pályázta és nyerte meg, akik tehát így ingyen – azaz EU anyagi forrással – repülhettek. Hogy hol és milyen céllal történjen a repülés, annak megválaszolására jött létre a HySens projekt pályázat, melynek 2002-es kiírására Magyarországról a MÁFI részéről *Kardeván Péter* pályázott. E pályázat keretében kívánták a jelentős anyagi ráfordítással kifejlesztett DAIS ROSIS rendszert elérhetővé tenni más, pl. az akkori EU-hoz csatlakozni kívánó országok számára. A HySens 2002 projektben egy lengyel kutatócsoport is részt vett: sokáig a magyarokkal közös repülési ablakuk volt: az időjárástól függően vagy hozzájuk vagy hozzájuk repült a gép. A repülést a HySens 2002 projekt keretében a DLR végezte, míg a hazai földi méréseket a MÁFI támogatta anyagilag. A repülést és az adatok kalibrálását a német űrkutatási iroda távérzékelési csoportja, a DLR Imaging Spectroscopy Working Group of the Remote Sensing Data Centre folytatta. Mivel a repülés idején, 2002-ben Magyarországon nem volt olyan terepi spektrométer, mely az 400–1100–2500 nm tartományban is érzékelt volna, ezeket a berendezéseket – ASD FieldSpec, GER 3700 és PIMA típusú spektrométerek – a külföldi partnerek (ITC, JRC) biztosították (*Kardeván et al.* 2003, *Kardeván* 2006). Később a VITUKI (Vízgazdálkodási Tudományos Kutatóközpont) (kutatói: *László Ferenc*, *Jolánkai Géza*) is bekapcsolódott a programba. A nemzetközi partnerek közt az ITC mellett a JRC-t (Joint Research Centre, Európai Unió, Ispra, Olaszország) kell kiemelni (kutatói: *Stephan Sommer* [egyben a HySens projekt bíráló bizottságának tagja] és a MÁFI részéről *Jordán Győző*), mely a repülés alatt terepi spektrométeres mérésekkel járult hozzá a projekthez (*Kardeván* 2006).

A célterületek kiválasztása

A projektben eredetileg a felhagyott bányák környezeti hatásának kimutatása volt a cél. Így esett a választás a recski és gyöngyösoroszi területre (elsődleges kutatók: MÁFI, ITC, JRC, DEATC), ahol a felhagyott bányaművelés meddőhányói illetve patakokban elszállított hordalékaiból a nehézfényszennyezés kimutatása volt a cél. Eredetileg a következő terület a Tisza ártere lett volna, az üledékben a ciánszennyezés nyomainak kimutatására, de egy későbbi áradás iszapja elfedte ezeket az üledékeket, így a folyóvízi célterület végül a Sajó Hernád-torkolat feletti szakasza lett (elsődleges kutató: ITC) (*Kardován et al. 2003*). Külön kiemelendő a hajdúsági (Debrecen-) látóképi és a (Hajdúnánás-) tedeji terület (elsődleges kutatók: ITC, DEATC), amelyeken a spektrális távérzékelés mezőgazdasági és környezetvédelmi hasznosításait kutatták. Az ezen területekről szerzett adatok kiértékelését a DEATC Víz- és Környezetgazdálkodási Tanácskén *Tamás János* ill. *Pechmann Ildikó* vezetésével végezték.

A HYSSENS 2002 megvalósítása

A 2002-es kísérletben repülőgépről működött képalkotó spektrométerek készítették a hiperspektrális légifelvételket. Két spektrométer volt a fedélzeten: a német Geophysical Environmental Research Corp. (GER) által kifejlesztett, 1994 óta működtetett DAIS 7915 (Digital Airborne Imaging Spectrometer) a látható és az infravörös fény hullámhosszain 79 sávban érzékelt (a DAIS műszer legújabb változata a DAIS 2115 már 211 sávban érzékelt). A Dornier Satellite Systems és a DLR által kifejlesztett ROSIS (Reflective Optics System Imaging Spectrometer) a látható fénytartományban, 115 sávban készített felvételeket. A DAIS hiperspektrális felvételek térbeli felbontása 6 m/pixel volt. A terepi referenciamérésekhez általunk használt GER

3700 terepi spektrométer a 325 nm – 2500 nm hullámhossz tartományban 646 sávban érzékelt.

A repülés előkészítése a térképi alap megteremtését, a vizsgált helyszínek kiválasztását, a repülés és vele egyidejű terepi mérések elvégzésének logisztikai megszervezését jelentette. Az előkészítés során topográfiai térképek, a területek digitális terepmodellje, korábbi pánkromatikus és színes légifotók, korábbi LANDSAT TM felvételek, geokémiai adatok, geofizikai adatok, környezetvédelmi tanulmányok, vegetációs adatok, hidrográfiai adatok, meteorológiai idősorok stb. kerültek beszerzésre (*Vekerdy et al. 2002*).

Bár a légifelvételzés csak néhány órát vett igénybe, a terepi munka 2002 egész augusztusában folyt. Az időjárás nem volt kedvező: a mérésekhez teljes napfény kell, a terepi munka első kétharmadában pedig esős idő volt – a repülés utolsó lehetséges napjára azonban teljesen kiderült az idő, így a sok izgalom után a mérések tökéletes minőségben (felhőtlen égbolttal) készültek el.

A hiperspektrális távérzékeléses légi felvételzéssel egyidejű földi adatgyűjtéshez illetve a spektrométeres földi mérésekhez külön eljárásmód-leírást dolgoztak ki (pl. *Zomer és Uston 2002*). Ez a helyszíntől, a méréstípusoktól és a használt műszerektől is függ. A fényképezett területen történt minden adat- vagy anyagvételi pontban GPS mérés; ahol szükséges volt, talaj-, növény-, vízminta-vétel; a célobjektumokról terepi spektrum felvétele; valamint vízminőségi jellemzők megállapítása (Secchi mélység, turbiditás, klorofill, lebegőanyag-koncentráció) (*Vekerdy et al. 2002*). Minden spektrum felvétele előtt fehér-referencia mérés készült, az aktuális beérkező napsugárzás mint a reflektanciaérték megállapítására; valamennyi pontban készült digitális fotó és ahol szükséges volt, a nehézfémek összetételének megállapítására a DEATC röntgenfluoreszcens spektrométeres (*Kovács és Tamás 2003*) mérés készült.

A DAIS 7915 mérési tartományai

Hullámhossztartomány	Összesen: 400 nm – 12600 nm, 79 csatorna		
400 – 1000 nm	32 csatorna	sávszélesség = 15-30 nm	detektor : Si
1500 – 1800 nm	8 csatorna	sávszélesség = 45 nm	detektor: InSb
2000 – 2500 nm	32 csatorna	sávszélesség = 20 nm	detektor: InSb
3000 – 5000 nm	1 csatorna	sávszélesség = 2000 nm	detektor: InSb
8000 -12600 nm	6 csatorna	sávszélesség = 900 nm	detektor: MCT

Az első képek feldolgozása

A képek előfeldolgozását (atmoszférikus, domborzati, geometriai korrekció) a DLR végezte. Sajnos a domborzati hatás kiegyenlítése túlkorigált lett, ezért ezek a képek nem használhatók teljes értéküként.

A 2002-ben készült felvételek feldolgozásának célja a bányászati és ipari eredetű nehézfém szennyezések térképezési lehetőségeinek kutatása volt. Megfelelő előkészítés után a képekkel egyszerre nagyobb területen lehet „automatikusan” a szennyezést kimutatni, térképezni, nincs szükség a teljes terep földi bejárására.

Mivel a bányászati szennyeződések hordozója a víz, ez volt a kutatás egyik fő célterülete. A felszíni vizek minőségének térképezésében gondot jelent, hogy a mérhető jellemzők értékei mind térben, mind időben jelentősen változnak. Nem csak a folyókban, ahol az áramlási viszonyok és a vízállás szembetűnő különbségeket okoznak, de még a tavakban is, ahol pedig az elkeveredés viszonylag lassú. A mógoly rendszeresen is végzett pontszerű mérésekkel és mintavételezéssel csak korlátozott információ szerezhető a vízminőségi jellemzők térbeli eloszlásáról. Néhány, a spektruma alapján jól azonosítható komponens esetében, mint például a lebegőanyag, a klorofill és az oldott szerves anyag, a hiperspektrális távérzékelés megoldást jelenthet a térképezésben, amit a hazai kísérlet eredményei is bizonyítottak.

A látóképi és részben a tedeji és gyöngyösoroszi területet leszámítva a terepi méréseket és az adatok elsődleges feldolgozását az ITC diákjai készítették: ezek voltak szakdolgozati témáik, *Vekerdy Zoltán* témavezetésével (*Hyde* 2003, *Rukezo* 2003, *Turdukulov* 2003, *Yin* 2003), melyek elérhetők az ITC honlapján.

A Sajó völgye az egyik legszennyezettebb ártéri terület az országban, melyet a folyó mentén működő nehézipari létesítmények okoztak 40 év alatt. Mára a nehézipar hanyatlásával a vízminőség megjavult. A légi felvételekből a víz klorofill tartalma térképezhető volt. (*Turdukulov* 2003, *Turdukulov* és *Vekerdy* 2003).

A meddőhányókon, szennyezett körülmények között élő növényekben felhalmozódó nehézfém-szennyeződés (közvetett) kimutatására összeállított vizsgálatból kiderült, hogy a gyöngyösoroszi területen a nád stressz alatt áll, de nem volt egyértelműen meghatározható, hogy ezt a vízhiány avagy a szennyező nehézfémek okozzák-e (*Hyde* 2003).

A gyöngyösoroszi területen a Toka-patak üledékében a bányából, a bányát elöntő vízből és a meddőhányókból származó arzén, kadmium, higany, ólom és cink magas koncentrációjú. Árvíz idején ez az iszap a környező területen is szétterül, ahol a növénytermesztésre is használt talajok közé ill. a talajvízbe is bekerül. Itt a hiperspektrális képek alapján a piritből (vas-szulfid) keletkező vas-hidroxid (goethit) és szulfácion (jarozit) elterjedési területét sikerült meghatározni (*Kardeván* et al. 2003, *Kardeván* 2004).

Látókép kísérleti gazdaságban hibrid gabonafajták termesztése folyik. Itt a DEATC végezte a megfigyeléseket (*Kardeván* et al. 2003, *Pechmann* et al. 2004).

A tedeji terület a Tedej Rt. kezelésében levő mintegy 1500 ha-os, intenzíven művelt mezőgazdasági terület, melynek több részén szikes található. A debreceni kutatócsoport célja egy, a háttér-információkon alapuló, speciálisan a szántóföldi növénytermesztés környezeti hatásainak elemzését segítő spektrális könyvtár felállítása volt (*Kardeván* et al. 2003, *Pechmann* et al. 2004). A légi adatgyűjtés időpontjára vonatkozó táblakiosztás alapján viszonylag egyszerű feladat egy spektrális könyvtár elkészítése, ám a megfelelő, maximális pontosságú osztályozási eljárás kiválasztása már nem triviális.

A fenti eredményekhez használt adatkockák felhasználása ma is nyitott; ezek a MÁFI-ból érhetőek el (*Kardeván* 2006).

Hazai kutatási témák és központok

A Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kara Talajtan- és Vízgazdálkodási Tanszéke 2001-től hiperspektrális módszereket használ a vegetáció-kutatásban tanszéki kereteken belül ill. együttműködésben a MÁFI-val. (*Jung* et al. 2003, 2005, *Jung* 2005, *Kardeván* 2004, 2005, *Kertészettudományi* 2006). A kutatás első témája a gyöngyösoroszi képen található városi terület (Gyöngyös) vizsgálata volt. *Jung* (2005) megállapította, hogy városi stressz alatt álló növényzet egészségi állapotának felmérése hiperspektrális légifénykép esetén akár egyed szinten is lehetséges. A városi növények hőmérsékletet hűtő hatása is érzékelhető a hiperspektrális képek termális csatornájában. Ez volt az első alkalom, hogy hiperspektrális képeket alkalmazhattak magyarországi városi terület vizsgálatára.

A SZTE TTK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszékén *Mucsi László* vezetésé-

vel folyik munka *Hiperspektrális távérzékeléses módszerek alkalmazása térbeli folyamatok jellemzésére* címen. A talaj felszínén érzékelhető kőolajszennyezettség megállapítását hiperspektrális légi felvételezéssel tervezték megállapítani Algyő körzetében *Mucsi* és munkatársai (2000). Megállapították, hogy a növényzettel fedett helyszíneken a növényzetet indikátorként használva, a fedetlen talajon a nehézfémek és a kőolaj közvetlenül is kimutatható (*Mucsi et al.* 2000).

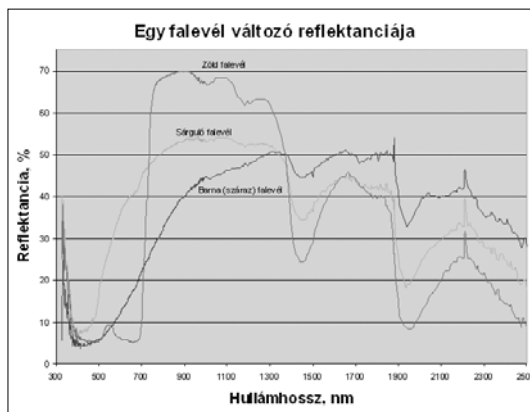
Egy kurrens és hazánkban is kétségtelenül szükséges alkalmazás a gyomdetektálás területéről a parlagfügőcök kimutatása távérzékeléses felvételekkel. A MÁFI-ban – a Nyugat-Magyarországi és a Debreceni Egyetemekkel közösen – is történtek vizsgálatok a parlagfü kimutatásával kapcsolatban, LANDSAT képek és in situ spektrométeres mérések segítségével, annak késői fenológiai fázisában, 2003-tól (*Kardeván et al.* 2004, 2005a, 2005b) *Auda et al.* (2002) az ASTER 1 B felvételein határozta meg sikerrel a terepi mérésekkel már előzetesen meghatározott területeken a parlagfüvel borított felszint. Főleg a homogén „monokulturás”, sűrűn benőtt parlagfümezőket tudták meghatározni.

A kutatás igazából csak akkor indulhat be, ha hiperspektrális felvételek készítésére rendszeres lehetőség lesz. Jelenleg tervben van egy finn AISA hiperspektrális kamera segítségével az első hazai hiperspektrális légi adatgyűjtési szolgáltatás beindítása, a Debreceni Egyetem és a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium Gépkísérleti Üzem közös vállalkozásában. (*Kardeván et al.* 2005b). Az AISA 286 sávban érzékel, 0,45–0,9 mikrométeres hullámhosszon, azaz csak a látható és közeli infravörösben, de e tartományban a jelenlegi egyik legjobb spektrális felbontásban.

Kísérlet erdőtípusok meghatározására

A festőművész is jól tudja, hogy ha erdős hegyoldalt ábrázol, különféle színű festékeket választ, vagy különféle színűeket kever össze, s ezekből festett kisebb-nagyobb foltokkal ábrázolja az erdőt; s azt, hogy az erdő fáit tavasszal, nyáron és ősszel eltérő színűek (*4. ábra*).

Az erdőtípusok spektrális beazonosításakor ezt használhatjuk ki. A színbeli vagy spektrumbeli eltérések csak egy része a levelek eltérő színének (pigmentjeinek, anyagi összetételéből adódó elnyelési sávoknak) hatása: a spektrumra hatással van a mikroökönyezet vízháztartása, mikroklí-



4. ábra Egy fa egyidejűleg begyűjtött, változó állapotú leveleinek reflektanciája. Ahogy a levél szárad, spektrumgörbéje kiegyenlítődik (az elnyelési sávok intenzitása csökken: a levél klorofill és víztartalma csökken). A levél „három állapota” kiválóan elkülöníthető, hiszen a három állapot reflektancia-sorrendje három tartományban is megváltozik a spektrumgörbén.

mája, a lejtőkiettségéből és lejtésszögéből adódóan eltérő megvilágítási viszonyok, melyek már homogén fafajú területen belül is változékonyságot okoznak. A növények egy része lehet beteg; az eltérő mikroklimatikus vagy talajösszetételi viszonyok miatt az egyes egyedek más fenológiai fázisban járhatnak; különféle nagyságú stresszhatást szenvedhetnek, mely tükröződik a róluk visszavert fény elnyelési sávjainak mélységében (pl. a víz vagy klorofill elnyelési sávokban). Az egyes fák spektrumának eltérése (szórása) a nyári időszakban lehet a legkisebb, s tavasszal és ősszel a legnagyobb, amikor már rövid idő alatt bekövetkező változás is jelentős spektrális változással jár (levélfejlődés, virágzás, termésérés, levélszíneződés, levélhullás). Kérdés, hogy ilyenkor a szórás egy fafajon belül belül kisebb-e, mint különböző fafajok között. A *fafajok közötti* különbségek magyarázhatók a levelek elhelyezkedésének, a lombkoronaszint záródásának és szerkezetének faji különbségeivel (pl. árnyékhatás révén); de a fajon belül ugyanezek a tényezők okoznak spektrális változásokat az *eltérő korú* erdőterületek spektruma között. Finomabb térbeli felbontásban egyes jellemzők (pl. az aljnövényzet) már nem keveredik a fák spektrumába, hanem pixel szinten szétválasztható: ez más elemzési módszert igényel.

Az alábbiakban egy nyár végi periódusban készült egyetlen pillanatkép alapján, a gyöngyös-orszi és a recskai területen a Mátra erdőtípusai-

nak illetve más növénytakarójának elkülönítésére tettünk* kísérletet, valamint a főbb lombos fajok (kocsánytalan tölgy, cser, bükk, gyertyán) által uralt elegyetlen, illetve elegyes (erdő)állományainak elkülönítésére. A terepbejárás a képek elkészülte után három, illetve négy évvel, 2005 szeptemberében–2006 augusztusában történt; de lévén hogy az erdők állománya viszonylag lassan változik, valószínűleg a terepen ugyanazzal a felszínborítással találkoztunk.

Az erdőterületek kataszteri nyilvántartása jóval durvább, mint ami egy légifényképezésből vagy műholdfelvétélről megállapítható. A jelenlegi adatbázisok (CÉT – Corine Élőhelytérkép, CLC – Corine Land Cover [Büttner et al. 2004a, 2004b; Mari és Mattányi 2002], erdőállomány adattár) az erdőkre tartalmaznak élőhely szintű (Fekete és társai 1997) vagy fafaj szintű kategóriákat, ám az erdőterületeknek a meghatározása általában bizonytalan. Az 1:50 000 méretarányú CLC50 Magyarországon használt felszínborítási osztályai között a természetes erdők elkülönítésére a lombhullató, a fenyőerdő és az elegyes erdő kategóriákat használják ezek különféle zártságú osztályaival, valamint új erdőtelepítések/vágáserdők, bokorerdők és csemetekertek kategóriákat (Büttner et al. 2004a, 2004b; Mari és Mattányi 2002).

Az erdőtípusok meghatározásában két fő módszert követhetünk

- az erdőben előforduló fajok homogén spektruma alapján határozzuk meg az erdőtípust is, az egyes fajok előfordulását (teljes vagy részleges) spektrumsválasztással ábrázolva. Így – ha működik a módszer – pontosan látható a társulások finom átmenete és pontos összetétele
- az erdőtípust egy célspektrumnak vesszük, és egy képelemet egy kategóriába sorolva osztályozunk pl. SAM módszerrel. Ez esetben fontos, hogy az erdőtípusok „átlagolt” pixelei között nagyobb eltérés legyen, mint az erdőtípuson belüli variancia.

A fenti két módszer használhatósága az endmemberek (végállású, szélsőértékű spektrumok) helyes meghatározásán múlik.

Az erdőtársulások távérzékeléses meghatározását indokolja, hogy a topográfiai térképek már sok esetben elavultak; ezek a társulásokat nem tüntetik fel.

A CÉT élőhelykategóriák szerint ábrázolja a felszínt. Ezek az élőhelyek vagy erdőtípusok

gyakran jellemezhetők egy-egy fafaj dominanciájával. Itt akkor van esélyünk erdőtípusokat megkülönböztetni, ha a domináns fajokat el tudjuk különíteni. Az erdészeti adatbázis (Országos Erdőállomány Adattár, Állami Erdészeti Szolgálat) jó pontossággal megadja a domináns fafajok elegyarányát, ez a megközelítés is a faji szintű megkülönböztethetőséggel adhatna jó párhuzamot (Horváth 2006). A CÉT leírt kategóriái idővel bizonyos helyeken jelentősen megváltozhatnak (pl. irtás). Egy monitoring esetén az erdőtípusok átalakulása is megfigyelhető volna.

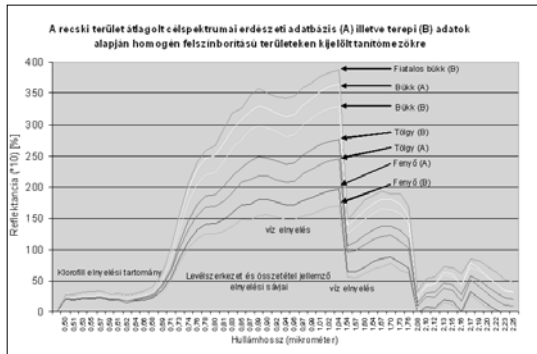
Eredmények

A lombhullató erdőtípusoknál létrehozott spektrális kategóriák csak részben tükrözik az erdőtípusok faji összetételét: a terepi ellenőrzés során kiderült, hogy ezeket a spektrális kategóriákat részben más tényezők is befolyásolják: az adott növényállomány kis területen domborzati és mikroklimatikus hatások miatt jelentkező eltérései, az erdő kora, a lombkoronaszint szerkezete, záródása és árnyékhatásai, a növényzet víztartalma, valamint további, ismeretlen tényezők, melyek egyes területeken erőteljesebben változtathatják meg a spektrumot, mint a faji bélyeg. A spektrumok fajon belüli szórása ill. abszolút értéke is lehet indikatív.

Az irodalmi (erdészeti adatbázisok) és a terepi adatok alapján végzett (más helyről vett tanítópontokat használó) osztályba sorolás hasonló eredményt adott, tehát valós spektrális osztályokat („spektrumtájakat”) tükröz; ám az eredmények csak további terepi ellenőrzéssel ültethetők át faji vagy erdőtípus osztályokra (referencia-spektrumokká).

Erdő esetén a terepen ill. laborban felvett spektrum különbözik: a spektrumkönyvtárhoz mindenképp terepen (magasból) felvett spektrumra van szükség, mert a növényzet labormérésekkel más megjelenésű, mint terepen (azaz az egészséges levelek spektruma nem azonos a fa fölülről felvett spektrumával). Ehhez különleges felszerelésre (pl. daru) vagy a légifelvételekre van szükség. Egy spektrumkönyvtárnál szerepeltetni kell, hogy a spektrum milyen térbeli felbontású képelemekről készült, és mik voltak a műszer optikai paraméterei.

A tölgyes és bükkös területek alapján a hiperspektrális képen kijelölt „tölgy” és „bükk” (spektrális) kategóriák tanítómezőiből nyert átlagspektrumok alapján a reflektancia maximuma



5. ábra: A recski területről felvett spektrumok átlagértékei

(1,035 mikrométeren) a tölgy esetén rendre 25–28, a bükk esetén 30–35% volt: e tekintetben a két kategória egyértelműen elkülöníthető volt (5. ábra). Ezek azonban csak azt tükrözik, hogy a Recs–Parád–Domoszlói kapu közötti terület homogén bükkös és tölgyes mintaterületei a 2002. augusztusi időszakban spektrálisan elkülönültek; az azonban még kérdés, hogy e két kategória spektruma *valójában* mi alapján különül el egymástól és más erdőtípusoktól (pl. lombkoronaszint szerkezete, lokális vízháztartás, fenofázis stb.)

Az elnyelési sávokat kiemelő kontinuum-el-távolítás után láthatóvá vált, hogy az egyes növényzeti osztályok lefutása jobbra megegyezik, de az elnyelési sávokban kisebb különbsé-

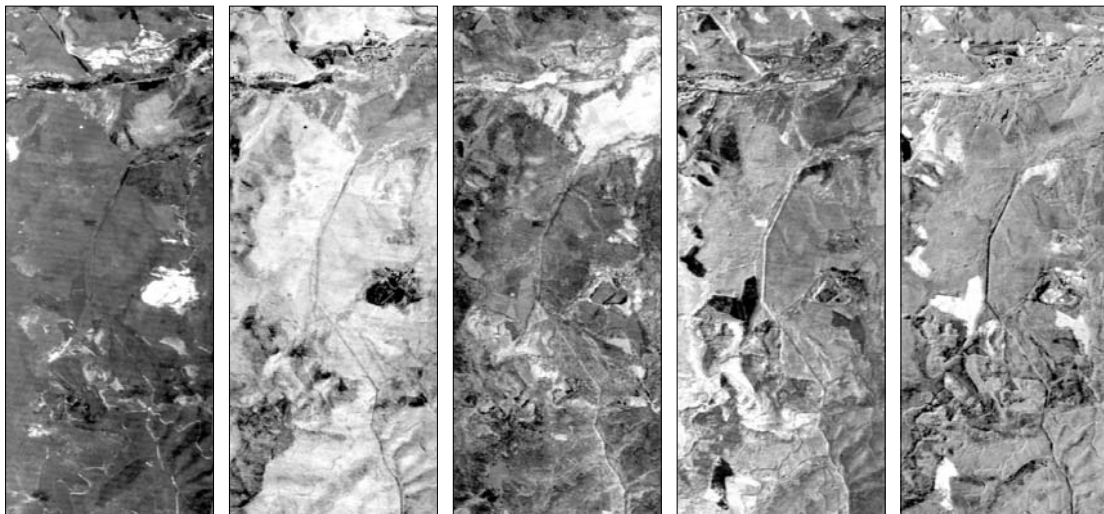
gek észlelhetők. Egyértelmű azonban, hogy az egyes kategóriák abszolút reflektanciája jobban elválasztja őket, mint elnyelési sávjaik klorofill-elnyelést vagy vízelnnyelést tükröző kisebb különbségei (melyek nem biztos, hogy faji jellemzők).

A tölgy és bükk osztályoknál a reflektancia abszolút értékének eltérésén kívül a tölgy „vörös kútjában” 0,623 μm -es klorofill-elnyelési sávjában mutat nagyobb elnyelést, mint a bükk, 0,83–0,87 és 1,69–1,72, 1,75–2,08 és 2,10–2,115, 2,13–2,145 μm -en eltér a görbéjének lefutása. Ez utóbbi abszorpciós sávok a levelek kémiai összetételével kapcsolatosak.

Az egyes kategóriák a legjobban részleges spektrumszétválasztással voltak elkülöníthetők (6. ábra).

A spektrométer terepi kezelésével kapcsolatos kérdések

A terepi spektrométer jelentősége kettős: egyrészt a mindenkori fehér referenciát kell mérnie, hogy a légifényképezés alatt referenciaadatok biztosítsa a besugárzás aktuális állapotáról, másrészt terepi adatokat kell adnia ugyanazokról a területekről és vizsgált anyagokról, mely a légi fényképen is szerepel (ground truth). Utóbbi esetben felmerül, hogy hogyan lehet egy 6 méter átmérőjű területet egyetlen képelembe sűrítő



6. ábra Balról jobbra: mesterséges kategóriák, továbbá tölgy-, rét-, bükkös (fiatalos)-, fenyves-kategóriák spektrumszétválasztás (Matched filtering) részképei (világos: nagy megegyezés a célspektrummal; sötét: kisebb azonosság a célspektrummal). A kép jobb középső részén lévő folt a recski kőbánya. Jobbra fent Recsk, balra fent Parád-füredő.

információt, még akár a spektrumszétkeverés módszerével is, megfeleltetni egy pár cm-es területről (pl. levelekről) készített spektrummal. Pl. a terepen az adott növényzet leveleit összegyűjtve a spektrométer látómezőjébe helyeztük és felvettük spektrumát. Ez a spektrum azonban valószínűleg nem azonos azzal, ami a légifelvételen szerepelhet: a megvilágítás, a növény leveleinek dőlésszöge (ezzel a beesési szög, az árnyék és a növény levelének színe/fonákja aránya), a felülről látszó levelek típusa (fénylevelek stb.), a fölülről látható ágak aránya mind módosíthat a spektrumon, nem is beszélve mindazon tényezőkről, melyek nem a vizsgált növény részei: a talaj, közet, más növények stb. Bár mi nem használtunk ilyen megoldást, Kaderván és munkatársai parlagfű-mérései során többféle hasonló technológiát is kipróbáltak: tűzoltólétrát és emelőkosaras darut használtak (Kardeván et al. 2004, 2005). Laudien et al. (2003) egy két méter magas botra erősített kinyúló rúdon („akasztófán”) tartották a spektrométert a mezőgazdasági területen lévő növények spektrumának felvételéhez. Így a látómezőben nem csak egy növény egyed adott levelei szerepeltek, hanem több növény együttesen, s velük együtt a talaj is. Ez nagyobb, közel 100%-os homogén növényborítás esetén, a cserje szintig jó eredményt adhat. A lombkoronaszint hasonló felvételezése más megoldást kíván: még ilyen módszerekkel is csak nehezen gyűjthetők be homogén képelemek spektrumai. Egy kifejezetten fafajok elkülönítését célzó kutatás (Jan 2000) daruskocsit használt a megfelelő spektrométeres „rálátás” biztosítására.

Következtetések

A hiperspektrális technológia csak abban az esetben használható gazdaságosan, ha olyan felszínborítás-típusokat kell elkülöníteni, melyek a létező multispektrális képeken nem szétválaszthatók. Egy ilyen munka rutinszerű alkalmazását a munka első fázisában alap kutatásnak, azaz a spektrumok terepi és labor-meghatározásának kell megelőznie.

A helyes osztályba soroláshoz használható referencia-spektrumkönyvtárhoz célszerű egy teljes vegetációs perióduson át követni a cél-objektumok spektrumának változását, ahogy azt a multispektrális mezőgazdasági elemzéseknél is tesszük: erre ez esetben a mi régióinkban még nem kerülhetett sor a technológia új volta miatt. Ha sikerült kijelölni egy olyan időpontot, amikor a

legnagyobb a spektrális különbség a célkategóriák között, ezt az időt célszerű a további felvételek elkészítésekor választani.

Érdemes olyan célterületet kijelölni, ahol homogén, de valamely paraméterében (lejtőkítség, kor) eltérő erdőfoltok találhatóak. Így ellenőrzötten megállapítható, hogy a spektrumot mely paraméterek hogyan módosítják. Ha mindez többféle, fajra nézve homogén erdőtípusra is megtörténhet, az ezek közötti osztályozást egyértelművé teheti.

IRODALOM

- Auda, Y.–Blasco, F.–Gastellu-Etchegorry, J. P.–Marty, G.–Déchamp, C. 2002: Essai préliminaire de détection des champs d'ambroisie par télédétection spatiale. *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique* 42 (2002) pp. 533–538.
- Bognár V. 1999: Magyarország légi felmérése – megvalósíthatósági tanulmány. *Előadás szövege a tanulmány vezetői összefoglalójáról*. <http://www.otk.hu/cd99/szek2/bognarvilmos.htm> Országos Térinformatikai Konferencia, Szolnok, 1999.
- Büttner Gy. 1990: Digitális légifelvételezési kampány a Szigetközben, Földfelszíni és meteorológiai megfigyelések a világűrből, pp.105–112, MANT.
- Büttner, Gy.–Feranec, J.–Jaffrain, G.–Mari, L.–Maucha, G.–Soukup, T. 2004a.: The CORINE Land Cover 2000 Project. *EARSeL eProceedings* 3(3), 331–346.
- Büttner, Gy.–Maucha, G.–Bíró, M.–Kosztra, B.–Pataki, R.–Petrik, O. 2004b. National land cover database at scale 1:50,000 in Hungary. *EARSeL eProceedings* 3(3), 323–330.
- Hargitai H.–Vekerdy Z.–Turdukulov U.–Kardeván P. 2004: Képkalkuló spektrométeres távérzékelési kísérlet Magyarországon. *Térinformatika*, 2004/6. pp. 12–15.–online: <http://terinformatika.geocentrum.hu/2004-6/cikk9.html>
- Horváth F. 2006: személyes közlés
- Hyde, H. J. 2003: Investigation of the relationship between chlorophyll concentration and high spectral resolution data of *Phragmites australis* in heavy metal contaminated sites. ITC, Enschede. Diplomamunka.
- Fekete G.–Molnár Zs.–Horváth F. (szerk.) (1997): A magyarországi élőhelyek leírása, határozoja és a Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer. MTMT. Budapest, 373 old.

- Jan, A. N. 2000: Spectral Separability among Six Southern Tree Species. *Thesis in Forestry*, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Jung A. 2005 Spektrális információk alkalmazása a városklíma-kutatásban. doktori értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Doktori Iskola. Online elérhető: http://www.lib.uni-corvinus.hu/phd/jung_andras.pdf
- Jung A.–Kardeván P.–Tamás J. 2003: Hiperspektrális felvételek alkalmazása természeti erőforrások értékelésére In: Proc.Lippay – Ormos – Vas Tudományos Ülés, Szent István Egyetem, Budapest, Budai Karok, November 6–7.
- Jung, A.–Kardeván, P.–Tőkei, L. 2005a: Detection of urban effect on vegetation in a less built-up Hungarian city by hyperspectral remote sensing. *Physics and Chemistry of the Earth* 30 (2005) pp. 255–259.
- Kardeván P. (szerk.)1998a: Magyarország légi felmérése. Tanulmány. – Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság, Budapest, 123 p.
- Kardeván P. 1998b: Nagy-felbontóképességű légi-geofizikai módszerek és alkalmazási lehetőségeik. Országos Térinformatikai Konferencia. <http://www.otk.hu/cd9198/1998/kardevanpeter.htm>
- Kardeván, P. 2004: Use of remote sensing techniques for mining waste inventory and environmental assessment in Hungary. Workshop on Wasys and Novel Techniques to establish harmonised inventories of Waste Materials from mineral extraction across Europe 2004. okt. 21–22.–Pozsony
- Kardeván P. 2006. Személyes közlés
- Kardeván P.–Fügedi U.–Stefan S.–Tamás J.–Gruiz K.–Thomas K.–Jordán Gy.–Róth L.–Hargitai H.–Zelenka T. 2003: Légi hiperspektrális távérzékelési módszerek alkalmazása korábbi bányászati tevékenységek környezeti felmérésében In: Proc.Lippay – Ormos – Vas Tudományos Ülés, Szent István Egyetem, Budapest, Budai Karok, November 6–7.
- Kardeván P.–Reisinger P.–Tamás J.–Jung A. 2004: A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) reflektancia spektrumainak meghatározása terepi mérésekkel. Magyar gyomkutatás és technológia, ISSN 1586–894X 2004. (V. évf.) 1. sz. 15–31. old.
- Kardeván P.–Róth L.–Vekerdy Z. 2000: Terepi spektroradiométeres mérések a 2000. márciusi, bányászati tevékenység okozta tisztai nehézfém szennyeződések hatásának vizsgálatára. Földtani kutatás, 2000. IV. negyedév pp 3–7.
- Kardeván, P.–Vekerdy, Z.–Róth, L.–Sommer, St.–Kemper, Th.–Jordan, Gy.–Tamás, J. Pechmann, I.–Kovács, E.–Hargitai, H.–László, F. 2003a: Outline of scientific aims and data processing status of the first Hungarian hyperspectral data acquisition flight campaign, 3rd EARSeL Workshop on Imaging Spectroscopy in Oberpfaffenhofen, 2003. május 13–16.
- Kardeván P.–Reisinger P.–Tamás J.–Jung A. 2005a: A parlagfű detektálás távérzékelési módszereinek vizsgálata. I. rész – A távérzékelési képek osztályozási hatékonyságának növelése a parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L) reprezentatív spektrumainak terepi DGPS mérésekkel történő kiválasztásával. Magyar Gyomkutatás és technológia. (megjelenés alatt)
- Kardeván P.–Reisinger P.–Tamás J.–Nádor G.–Csornai G.–Jung A. 2005b: Parlagfű spektrumok terepi mérésének tapasztalatai. *Fény-Tér-Kép Konferencia és Műhelytanácskozás 2005* november 10–11.–Dobogókő
- Kertészettudományi Kar 2006: Tanszéki oldal. <http://talalat.kurzor.hu/Tarolt?id=0&id=66877&query=ISPA>
- Kovács E.–Tamás J. 2003: A minta víztartalmának hatása a terepi röntgenfluoreszcens spektrométer megbízhatóságára. „A környezet-állapot értékelés korszerű módszerei” – tudományos konferencia, Gyöngyösorszi, 2003. április 16.
- Laudien R.–Bareth, G.–Doluschitz R. 2003: Analysis of Hyperspectral field data for detection of sugar beet diseases. *EFITA 2003 Conference* 2003. július, Debrecen. pp. 375–381.
- Mari L. – Mattányi Zs. 2002. Egységes európai felszínborítási adatbázis a CORINE Land Cover program – Földr. Közl. CXXVI. (L.) 1–4. sz. pp. 31–38.
- Mucsi, L.–Varga, Sz.–Ferenczy, M. 2000: Introduction to research project organizing for characterization and monitoring of the environmental effect of petroleum industrial contamination in Hungary. *Acta Geographica Szegediensis XXXVII*. pp. 117–126.
- Pechmann I.–Tamás J.–Kardeván P.–Vekerdy Z.–Róth L.–Burai P. 2004: Hiperspektrális technológia alkalmazhatósága a mezőgazdasági talajvédelemben. Előadás. Megjelent: in: Proc. EU. Konform Mezőgazdasági és Élelmszerbiztonság pp. 98–103
- Rukezo, G. 2003: Drainage geochemistry of the Recsk – Lahóca mining area, Mátra Mountains, Hungary. ITC, Enschede. Diplomamunka.

- Turdukulov, U.–Vekerdy, Z.* 2003: Determination of water quality parameters using imaging spectrometry: case study for the Sajó floodplain, Hungary. 3. *EARSEL Workshop on Imaging Spectroscopy*, Herrsching, 2003. május 13–16.
- Turdukulov, U.* 2003: Determination of water quality parameters using imaging spectrometry: case study for the Sajó floodplain, Hungary. ITC, Enschede. Diplomamunka.
- Vekerdy L.–Kardeván P.–Róth L.–László F.* 2002: Hiperspektrális távérzékelési kísérlet Magyarországon. HunGEO 2002 konferencia előadás.
- Winkler P.* 2001: „Magyarország légifényképezése 2000”. Geodézia és Kartográfia 2001. július. Online: <http://www.fomi.hu/internet/magyar/szaklap/2001/07/4.htm>
- Yin, L.* 2003: Possibilities of assessing heavy metal contamination of soil in the Sajó river flood plains, Hungary, using reflectance spectroscopy, Water Resources Survey. ITC, Enschede. Diplomamunka.
- Zomer R.–Ustin, S.* 2002: Ground-Truth Data Collection Protocol for Hyperspectral Remote Sensing. (internetről letöltve: 2002.07.05. Nyomtatott verzió).

The First Hungarian Airborn Imaging Spectrometry (Hyperspectral) Campaign and the Analysis of its Data for Separation of Forest Types

Hargitai, H.–Kardeván, P.–Horváth, F.

Summary

The first Hungarian airborn hyperspectral remote sensing campaign, made in the frame of the international Hysens 2002 program, was carried out on 17–18 August 2002 in North-East Hungary. The main output was a set of hyperspectral data cubes from the DAIS sensor at 6m/pixel spatial, 79 band spectral resolution. This paper presents how the campaign was organized and realized and it summarizes the various results from the analysis of these hyperspectral data cubes. The paper deals in more detail with analysis of deciduous forest spectra in the Recsk area (Mátra Mtn).

FÜGGELÉK

Angol-magyar szakszótár, a hazai hiperspektrális távérzékelési szakirodalomban előforduló magyar megfelelők alapján (ha egy-egy szerző különféle képp fordította, valamennyi változatot

feltüntetettük. Csillaggal jelöltük a véleményünk szerint helytelen alakokat).

- airborn imaging** légifelvelelés, légi adatgyűjtés
- at sensor calibrated data** szenzor kalibrált (kép)
- atmospheric haze** légköri fátyolosság
- band** csatorna, sáv
- Chlorophyll Absorptions Integral (CAI)** klorofill-abszorpciós integrál
- change detection** változásdetektálás
- confusion matrix** tévesztési mátrix
- classification** osztályozás, osztályba sorolás, osztályozási eljárás, osztályozási technika
- clustering** klaszterezés, osztályozás
- cross-plot** kereszt-diagram
- data cube** adatkocka, hiperkocka
- endmember** végállású spektrum, célspektrum, (célkategória), végállású összetevő/tag/komponens, szélsőpont
- fast fourier transformation (FFT)** Fast Fourier transzformáció, Fourier-transzformáció
- feature space** tulajdonságtér, intenzitástér*
- ground control point (GCP)** (terepi) referencia-pont
- ground truth** terepi kiegészítő- és referenciamérések, terepen mért alapadatok, ismert földi adat
- hyperspectral remote sensing** hiperspektrális távérzékelés => imaging spectroscopy
- image/data** információkép, úrfelvétel, légifénykép (filmre), légifelvelelés (digitális), adatbázis
- imaging spectroscopy = imaging spectrometry** képkötő spektrometria = hyperspectral remote sensing (NB: a spektroszkópia szóban a „látás”, a spektrometriában a „mérés” tag szerepel. Az angol irodalom szinonimként használja a két kifejezést).
- Imaging spectrometer** képkötő spektrométer
- irradiance** besugárzás, belépő sugárzás
- Leaf Area Index (LAI)** Levélfelületi index, fajlagos levélfelület
- (linear) spectral unmixing** (lineáris) spektrális kibontás, (lineáris) spektrumszétválasztás
- Matched Filtering** részleges unmixing, illesztétes szűrés
- maximum likelihood** legnagyobb valószínűség, legnagyobb valószínűség
- minimum distance (classification)** legközelebbi középpontú, minimális távolság
- Minimum Noise Fraction (MNF) transformation** MNF-transzformáció, legkisebb zaj-töradék transzformáció

multi-level többszintű
multi-scale többféle felbontású
nearest neighbour legközelebbi szomszéd
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Normalizált differencia vegetációs index, Normalizált különbségi vegetációs index, normalizált vegetációs index
pixel képelem, képpont
Pixel Purity Index (PPI) (nem találtam magyar fordítását)
Principal Component Analysis (PCA) főkomponens analízis, főkomponens-elemzés
radiant energy sugárzási energia
radiant exposure besugárzás
radiant flux (sugárzási) fluxus, sugárzásáram, áram(sűrűség)
radiance radiancia
red edge (position) (REP) vörös él (pozíció) (VÉP), vörös csúcs
red edge shoulder vörös él válla
red well vörös kút
reflectance reflektancia, reflexió, visszaverődés

Region of Interest (ROI) tanítóterület, tanítómező / tanítópont (amennyiben arra használt), érdeklődési tartomány
scanning pásztázó/letapogató
signature file (nem találtam magyar fordítását, esetleg referenciafájl)
Spectral Angle Mapper (SAM) spektrális szög térképező, spektrális szög osztályozó
Spectral Feature Fitting (SFF) spektrális jellemző illesztés
spectral library spektrumkönyvtár, spektrális könyvtár
spectral signature spektrális „ujjlenyomat”, spektrális lenyomat
spectroradiometer spektrométer, spektrális radiométer
supervised classification tanítópontos osztályozás, felügyelt osztályozás
topographic normalization (Körülírva: Magasság különbségek hatásának eltüntetése)
transmittance, atmospheric transmission transzmisszió, átereszt(ett energia)
Vegetation Index (VI) vegetációs index

A Geodéziai és Kartográfiai Egyesület megalakulásának 50. évfordulója alkalmából megjelentetni tervezett jubileumi kiadvány egyéni támogatói

Tisztelt Tagtársak!

Ismert tény, hogy Társaságunk jogelődje, a Geodéziai és Kartográfiai Egyesület 1956-ban alakult. Lapunk 2005/10. számában a Társaság vezetése egy felhívásban tájékoztatta tagságunkat, hogy az évforduló méltó megünneplésére készülünk. A felhívásban említés történik egy jubileumi Emlékkönyv kiadásáról is, amelynek előkészületei a felhívás megjelenésével egyidejűleg már meg is kezdődtek. A folyóirat januári számában **Zsámboki Sándor** tagtársunk, mint a kiadvány főszerkesztője, összefoglalta a tervezett Emlékkönyvvel kapcsolatos tennivalókat, és tájékoztatást adott a szerkesztési munka aktuális helyzetéről.

A hivatkozott felhívás vázolta a kiadvány költségeit is. Ebből megtudhattuk, hogy az addig már felajánlott szponzori támogatások mellett a vezetőség köszönettel vesz minden további intézményi vagy egyéni hozzájárulást, amely „Jubileumi támogatás” címmel a mellékelt csekken fizethető be. A támogatók nevét az Emlékkönyv tartalmazni fogja, de lapunk vállalkozott arra is, hogy itt és az ezt követő számokban is közli azok jegyzékét, akik – átérzve az évforduló méltó megünneplésének jelentőségét

– egyéni hozzájárulásukkal kívánják az anyagi feltételek megteremtését előmozdítani. Bízunk abban, hogy Tagtársaink segítő támogatása eredményeként ez a lista hónapról hónapra egyre bővül majd.

Szerkesztőség

Egyéni támogatók névsora

(a 2006. augusztusi számban megjelent lista
kiegészítése, az azóta történt befizetések alapján)

Aninger László Dr. Ádám József Bartos István Bálint Károly Bella Gábor Bencze Tamás Bognár Edit Csonkáné Németh Klára Csorvási-Csuvár László Érdi-Krausz György Dr. Fűry Mihály Gácsi László Hodobay-Böröcz András	Kassai Ferenc Kovács László Dr. Máthay Csaba Németh Gábor Purger Zoltán Rátkainé Dr. Földvári Ágnes Simon Sándor Sztachó Ignác Uzsoki Zoltán Várnay György Viza István
---	---

MURSELLA, A LÉGBŐL KAPOTT VÁROS avagy a légirégészetben rejlő lehetőségek napjainkban

Miért éppen légifotó?

2006 jelentős évszám a légirégészet történetében, ugyanis pontosan száz éve készítették az első régészeti célú légifotót, melyen Stonehenge és környezete látható. Az új módszer legnagyobb eredménye volt, hogy a lelőhelyeket összefüggéseiben tárta a kutatók elé. A tényleges lehetőségek azonban még ismeretlenek voltak.

Nehéz elképzelni, de a régészeti lelőhelyek jelentős része fellelhető a levegőből, azonosításukhoz azonban szerencsére és jó szemre van szükség. Hogyan lehetséges ez? A válasz egyszerű: ha egy területen olyan beavatkozás történt melynek során a talaj szerkezete megváltozott, a felszínen megjelenő növényzet, illetve a talaj elszíneződése jelzi a korábbi tevékenységet. A régészt, jelen esetben mint nyomozót, ezek az apró „bűnjeltek” vezetik a lelőhelyek nyomára.

A régészeti légifotókon tehát összefüggéseiben válnak azonosíthatóvá a lelőhelyek, melyeket a talaj vízháztartásának megváltozása következtében lehet észrevenni. A nyomokat az egyes évszakokban eltérő jelek alapján azonosíthatjuk.

A régészeti lelőhelyek azonosítása

Az emberi beavatkozás következtében a talaj vízháztartása megváltozik. Az egykori gödröt vagy árkot tápanyagban gazdag humusz tölti fel, míg a kőépítmények, falak elbontott helyén vízben és tápanyagban szegényebb talajt találunk. Az eltérő jelenségek az évszakoktól függően különbözőképpen láthatóak a levegőből. Más segíti a földmunkák – ma is azonosítható sáncok, árkok és halomsírok – nyomainak fellelését.

Talaj-jegek

A növényzettel nem borított, szántott, boronált talaj eltérő színekkel jelzi víztartalmának és anyagának különbségeit. A betemetett árkok és gödrök sötétebb foltokként, vonalakként jelentkeznek, míg az egykori falak helyén kőtörmelék és világosabb szín jelzi az objektumokat. A késő-őszi, téli és kora-tavaszi időszakban a talaj menti fagy, valamint a csekély hó is segíti az azonosítást.

Gabona-jegek

A növényzettel borított földeken szintén az elszíneződés segíti munkánkat. A tápanyagban és vízben gazdagabb részekben, tehát az egykori árkok és gödrök helyén a gabona gyorsabban fejlődik és magasabbra nő, ezzel szemben a kőépítmények vízben szegény környezetet teremtve gátolják a növény fejlődését, „satnyább”, alacsonyabb állomány figyelhető meg felettük. Az eltérő fejlődés különböző színeket eredményez. A maximális eltérés az ún. TNH (Talaj–Nedvesség–Hiány) esetén figyelhető meg (aszályos időkben), ilyenkor a növények minden fellelhető vizet felhasználnak, és a színekben szélsőséges különbségek tudnak kialakulni. Ami tehát a mezőgazdaságnak kedvezőtlen, a legjobb alkalmat kínálja a légirégész számára. Megjegyzendő, hogy az egyes növények között is különbségek vannak. A legalkalmasabb indikátorok az apró változásokat is jelző, sűrűn vetett növények (pl. búza, árpa).

Árnyék-jegek

A színeken kívül a fény segíti leginkább a lelőhelyek azonosítását. A ma is fellelhető, de a felszínen nehezen azonosítható árkokat, sáncokat és halomsírokat a felkelő vagy lenyugvó Nap sugarai összefüggéseiben, elnyúlt árnyékokkal jelzi. Hasonló, de kisebb különbség figyelhető meg a gabona eltérő magassága esetén is.

Az árnyék-jegek megfigyelését leginkább a hó segítségével érhetjük el. Az egyenes hótakaró elfedi a növényzet kis különbségeit, szemünk elé tárva a régészeti nyomokat. Ugyanez segíti az erdővel borított, magaslati telepek, földvárak azonosítását is.

A régészeti légifelvételek kiértékelése

A számítástechnika fejlődésének köszönhetően napjainkban sokkal szélesebb körű és egyszerűbb feldolgozásra van lehetőségünk. A légifelvételeket fotogrammetriai módszerekkel térképre lehet illeszteni, a látható objektumokat pedig a térinformatika segítségével lehet egységes rendszerbe integrálni és a további kutatáshoz felhasználni.

A feladat azonban korántsem egyszerű. Aki a régészeti légifotók feldolgozására adja a fejét, tisztában kell lennie a korlátozó tényezőkkel. Mik ezek? A felvételeket kis magasságból (500–1000 m), kézi-kamerával és zoom-objektívvel készítik. Ezek torzítása függ az objektívtől és természetesen a látószögtől. A képek ferde-tengelyű elkészítése szintén a feldolgozást nehezíti.

Ezeket kívül lehet még egy nehezítő tényező, a lelőhely elhelyezkedése. A feldolgozás elengedhetetlen feltétele, hogy a lelőhely – és az azt magában foglaló mező – azonosítható legyen. A térképre illesztés csak megfelelő mennyiségű kontroll-pont esetén valósítható meg. Magyarországon jellemzőek az összefüggő, nagy kiterjedésű szántók, melyek komoly fejtörést tudnak okozni.

A légifotók feldolgozásához térképeket, ortofotókat és műholdfelvételeket használhatunk. A legmegfelelőbbnek jelenleg az ortofotó tekinthető, ugyanis szükséges pontossága mellett nem csak a térképen megjelenő tereptárgyakat tartalmazza.

Légifelvételek feldolgozása Magyarországon

A technikai lehetőségek ellenére, különböző okokból kifolyólag hazánkban elsősorban a régészeti lelőhelyek fényképezése jellemzi a légi régészeti kutatást. A felvételek nagy száma mellett aránylag kevés feldolgozott és kiértékelt lelőhelyet találhatunk.

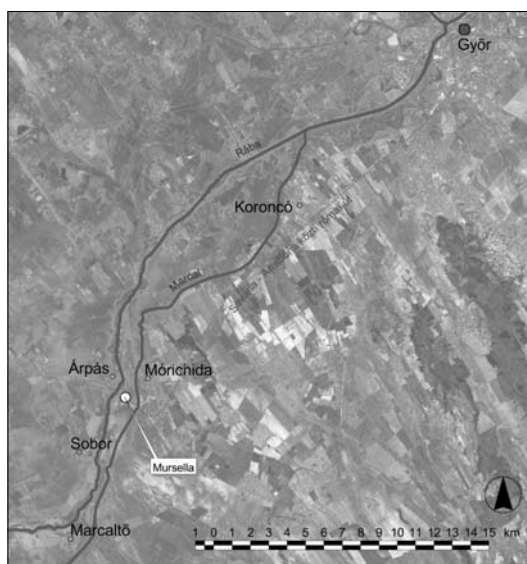
Fontos megjegyezni, hogy 1989 előtt a légi régészeti kutatást komolyan hátráltatta a politikai háttér. A rendszerváltást követően, főleg külföldi, lelkes kutatók érkeztek hozzánk, akiket viszont elsősorban a térség régészeti nyomai, és nem a feldolgozás foglalkoztatott. A helyzetből felocsúdva jelenleg pótolja a szakma a hiányosságokat. Folyik az adatbázisok kiépítése, a lelőhelyek azonosítása a fényképek alapján, egyes területek fotogrammetriai és térinformatikai kiértékelése, valamint az újabb felvételek fogadása és beillesztése rendszerbe.

De miért éppen Mursella?

2006 márciusában, első alkalommal került megrendezésre a Fiala Római Koros Régészek Konferenciája. A találkozónak a győri Xántus János Múzeum adott otthont. Előadásom témájaként olyan lelőhelyet akartam választani mely nem csak légi régészeti forrásokra támaszkodik, és jelentősége megkívánja feldolgozását. Célom volt továbbá, hogy a kiértékeléssel képet kaphassunk a légi régészetben rejlő lehetőségekről és a benne rejlő kutatókról.

A Móríchida és Árpás között fekvő egykori Mursella kitűnő lehetőséget biztosított a kitűzött célok eléréséhez. A terület régészeti értékeiről évszázadok óta tudunk, a XX. század második felében pedig több évtizedes ásatással igazolták létét. Szőnyi Eszter vezetésével mintegy 3000 m²-nyi területet sikerült feltárniuk a kutatóknak, további részokről geofizikai mérés adatai állnak rendelkezésre.

2002–2004 között Otto Braasch, a Pécsi Légi régészeti Teka fotósa kb. 100 légifelvételt készített a lelőhelyről. (1. ábra)



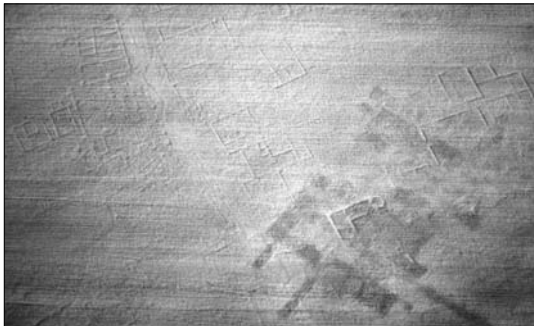
1. ábra. Mursella mint ókori folyami átkelőhely

Mursella, a légből kapott város

Az egykori római város területe nem csak régészeti szempontból felelt meg a kívánalmaknak. Feldolgozása azért is jelentett kihívást, mert a nagyméretű szántóföldekkel szegélyezett lelőhelyen helyenként kevés pontosan azonosítható kontroll-pont található.

A nagyjából 100 felvételtől álló légifotó gyűjteményt először válogatásnak kellett alávetnem. Figyelemmel kellett lennem a régészeti objektumokra és a feldolgozáshoz nélkülözhetetlen pontokra is. A gondos válogatás eredményeképpen a felhasználható felvételek száma nagyjából húszra csökkent. A többi felvétel sem vészett kárba, a régészeti elemzéshez nélkülözhetetlenek voltak, csak a számolásból, a modell megalkotásából hagytam ki őket. (2. ábra)

Először – szándékosan – az 1:10 000-es léptékű EOTR szelvény alapján végeztem el a felvételek georeferálását. Ezeket félretelve, a számítást megismételtem a terület ortofotója segítségével. A két



2. ábra. A római város kőépületei a magasból (Otto Braasch felvétel)

művelettel az volt a célom, hogy fényt derítsek a mérési eltérésekre, az egyes módszerek korlátaira. Az eredményt nem nevezném meglepőnek, az ortofotó alapján több méteres, helyenként tíz métert meghaladó javulást tudtam elérni. Ennek oka, hogy sok, a térképen fel nem tüntetett objektumot is fel tudtam használni a számításban, ezek ráadásul általában a sarkokban voltak.

A georeferálás során polinomiális transzformációt alkalmaztam, esetenként több lépésben

megismételve és így csökkentve a végső torzítást. Utolsó lépésként eredményeimet a geofizikai méréssel korrigáltam. Az eltérések bőven tíz méter alatt maradtak, ami egy ásatási terület kijelöléséhez, vagy talajtani vizsgálatokhoz elegendő pontosságot biztosít. A képek végül mozaikolva lefedték a területet, ahol megkezdhettem az elemzést.

Másik fontos feladatnak a terület domborzatmodelljének elkészítését tartottam. A konkrét lelőhelyre vonatkozó modell az 1:10 000-es léptékű EOTR szelvény szintvonalai alapján készült el, a környék feldolgozása folyamatban van.

A mozaikolt kép és a domborzatmodell segítségével kaphattam képet a lelőhely elhelyezkedéséről, kiterjedéséről, és nyújthat segítséget az egykori város rendeltetésének meghatározásában.¹

Mit tudunk meg Murselláról?

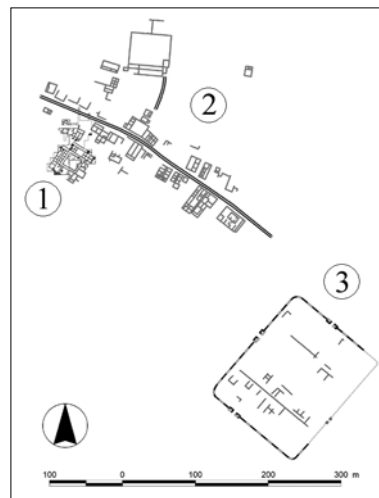
A lelőhely nagy kiterjedése a felszíni leletek alapján sejthető volt, de szerkezetére vonatkozóan a légifotóképek előtt nem voltak adataink. A légifotók alapján nagyjából 650 000 m²-nyi területet határoltam le, ahol biztosan található régészeti leletek (a feltárt terület mérete 3000 m²). A határt nem

¹ A fotogrammetriai és 3D-s megjelenítéshez az ERDAS IMAGINE, míg a domborzatmodell elkészítéséhez és a vektorizálási műveletekhez ArcView GIS programot használtam

lehet biztosan meghúzni, azt csak a további kutatás határozhatja meg pontosan.

A georeferált légifotók segítségével mintegy 400 méteres szakaszát lehetett azonosítani az egykori római útnak, melyet egyes helyeken korábban ásatással bizonyították. Az útra felfűzve terül el a város. Kőépületeinek jelentős része látható, alaprajzuk a lehetőségekhez mérten meg lett határozva. Kissé távolabb egy római palánktábor nyomait találjuk, a Marcal partjától nem messze pedig körkörös temetkezések rajzolódnak ki.

A felsorolt objektumok között, illetve egymást metszve a gazdálkodás nyomait láthatjuk. Tárológödrök, árkok, esetenként akár kisebb kunyhók sokasága tölti ki a látómezőt. Azonosításuk és digitalizálásuk szintén folyamatban van. Pontos meghatározásukat és kor szerinti elkülönítésüket csak ásatással lehet megvalósítani. (3. ábra)



3. ábra. Mursella azonosított objektumai (1. feltárt terület; 2. a város kőépületei; 3. római palánktábor)

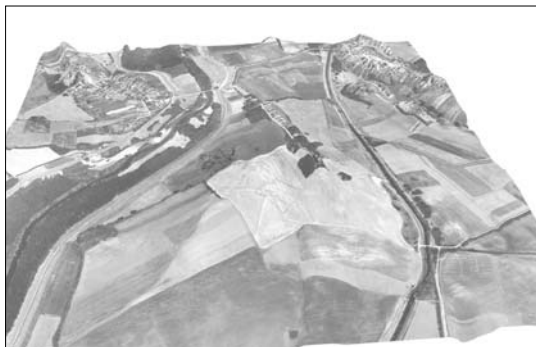
Település a térben

Minden egyes feldolgozott lelőhely esetén rendkívül fontosnak tartom a domborzatmodell elkészítését és bevonását az elemzésbe. Nélküle ugyanis nehezen érthetjük meg az egykori településképet, a tényleges funkciót és a gazdálkodási formát. Természetesen egy egyszerű terepmodellből nem lehet kiolvasni az egykori élet minden pillanatát, de rengeteg segítséget nyújthat a kutatásban.

Egy egyszerű térkép alapján látható, hogy Mursella különleges helyzetű város volt. Két folyó közötti lapos dombháton terült el. A régészeti kutatásoknak

köszönhetően bizonyított, hogy a településen áthaladó út Savariából (Szombathely) haladt Arrabona (Győr) felé. Nem tűnik alaptalannak feltételezni a város fontos, folyami átkelőhelyként betöltött szerepét. A domborzatmodell segítségével leszűkíthető lett azoknak a területeknek a száma ahol átkelhettek a folyón.

Másik érdekes eredmény melyet a terepmodell segítségével kaptunk, a város épületeinek elhelyezkedésével van kapcsolatban. A kőépületek követik a kb. 117 méteres tszf. magasságban futó szintvonalat, vagy efölött helyezkednek el. Miért érdekes ez a jelenség? Mert vannak régészeti információink a területről, más korszakokból, mikor a folyókhoz közelebb, alacsonyabban is találhatóak lelőhelyek. Ezek alapján érdemes a további kutatás során hangsúlyt fektetni az egykori folyóágak azonosítására, a vízgazdálkodásra. Elképzelhető ugyanis, hogy az adott korszak jellemző vízállása, vagy az időszakosan elöntött részek készítették a rómaiakat a magasabb térségeken való megtelepedésre. (4. ábra)



4. ábra. A város elhelyezkedése a Rába és a Marcal között

Összefoglalás

A légirégészetben rejlő lehetőségeket kívántam bemutatni rövid írásomban Mursellán, római kori városon keresztül. Érdekes végignézni ezek után, hogy milyen előnyökkel és hátrányokkal kell a légirégészet kapcsán számolni: egyértelmű előnye, hogy rövid idő alatt hatalmas területekről szerezhetünk információt anélkül, hogy meg kéne bolygatnunk a lelőhelyet. A feldolgozás során az egyes objektumokat koordinátával lehet ellátni, így a kutatás számára alapvető adatokkal szolgálunk. Teljes lelőhelyeket összefüggéseikben ábrázolhatunk és helyezhetünk el a térben. És a felmért területek méretéhez képest csekély összegbe kerül a kutatás. Hátrányai közé sorolható, hogy az esetek döntő részében önmagában

nem elegendő az egyes objektumok korának, tényleges rendeltetésének meghatározására. További probléma a viszonylagos pontatlansága.

Összességében elmondható, hogy napjaink légirégészeti kutatásai rendkívüli segítséget nyújthatnak a kutatásban. A pénziánnyal küzdő régészeti intézményeknek lehetőséget tudunk biztosítani a célirányos kutatásra, a feldolgozott képek alapján erőforrásaikat kisebb méretű, de több eredményt hozó ásatásokra, talajtani- vagy geofizikai vizsgálatokra fordíthatják. Kis ráfordítással nagy területekről szerezhetünk információt, így egyes térségek összefüggései válnak láthatóvá számunkra.

Szabó Máté
Pécsi Légirégészeti Téma

IRODALOM

- Szőnyi Eszter: Mursella. in: The Autonomous Towns of Noricum and Pannonia, Die autonomen Städte in Noricum und Pannonien. Pannonia II. Situla 42. (Ljubjana 2004.) pp. 85–98.
- Visy Zsolt: A Római Birodalom határvédelmi rendszerre Pannoniában Augustustól Septimius Severusig. Szent István Akadémia székfoglaló előadása (megjelenés alatt)



ISKOLAI ÚRATLASZ – FÖLDRAJZ A VILÁGÚRBÓL

Az Európai Űrügynökség (ESA) felkarolta az osztrák Lothar Beckel, a Geospace Verlag tulajdonosának javaslatát, hogy adjanak ki egy űrfelvételekből felépülő atlaszt a középiskolai és magasabb fokú intézetekben folyó földrajzoktatás segítésére, egyben a távérzékelés és az űrkutatás népszerűsítésére, a globális problémák megoldásában játszott szerepének a bemutatására. Beckel koncepcióját pedagógiai szempontból hat európai ország egy-egy elismert földrajzoktatója véleményezte. A Magyar Űrkutatási Iroda, a készülő atlasz munkálatait megismerve, megnyerte az Informatikai és Hírközlési Minisztériumot az atlasz kiadásának támogatására. A német és magyar nyelvű atlasz egyidejű sokszorosítása érdekében egy hónap alatt kellett az angol feliratos űrfelvételeket magyarázó német szövegeket magyarra fordítani. A magyar fordítást a GeoAdat Szolgáltató Kft. végezte, a FÖMI szakembereinek a bevonásával. 2006 tavaszán jelent meg az atlasz német és magyar változata. Ezt követte az angol és a francia kiadás.

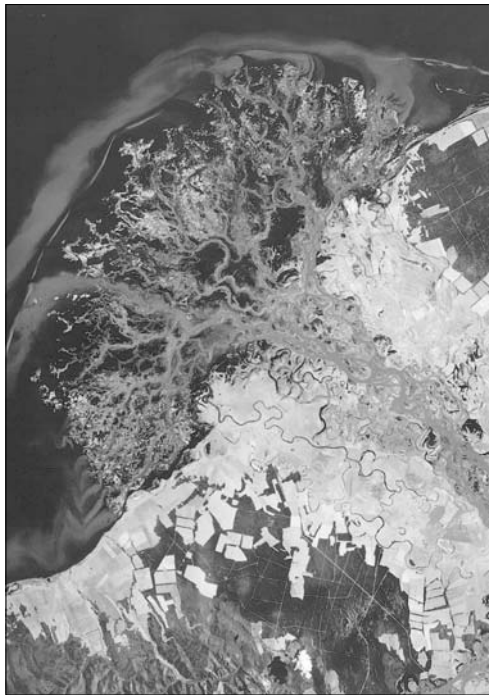
Kovács Kálmán informatikai és hírközlési miniszter, a Magyar Űrkutató Tanács elnöke, a Földrajztanárok Egyletének márciusi konferenciáján ünnepélyes keretek között adta át az atlasz első példányát a jelenlévő tanároknak, kérve az atlasz pedagógiai szempontú értékelését. A magyar, de a többi országból is begyűjtött visszajelzések alapján lehet majd dönteni az atlasz ismételt kiadásáról, esetleges átdolgozásáról és nemzeti (az egyes országokat részletesebben bemutató) füzetekkel való kiegészítéséről.

A keményfedelű atlasz nagyobb méretű és vastagabb, mint a hazai középfokú iskolai atlaszok. A 176 oldalas űratlasz nagysága 24×31 cm, a példaként választott Cartographia Középfokú földrajzi atlasz mérete 20×28 cm, oldal-száma 144.

Tekintsük át az atlasz felépítését. Az első rész az Európai Űrgyűjtés (ESA) és annak internetes távoktatási programját ismerteti. Az ESA úgy érezhette, ha már pénzügyileg támogatta a programot, beillesztheti ezt a – szerintünk felesleges – cégismertetőt. A következő oldalak (FIR és távérzékelés címen) a távérzékelés alapfogalmait ismertetik. Ezt a részt – de az atlasz néhány térképét is – csak az atlasz utolsó oldalán lévő fogalmi szótár segítségével lehet értelmezni. Az egyik ábra például két, hegységet ábrázoló űrfelvételt és egy vízen úszó olajfolt rajzához hasonlító színes vonalokból felépülő ábrát szemléltet. Az ábra aláírása: SRTM sztereoképpár, az interferogram különbségei. A szótárból megtudjuk, az SRTM radar felvételeket készítő berendezés, amelyik a C- és X-sávban használt radarinterferometriával globális terepmodellt készít. Az interferometria pedig olyan mérési módszer, amely két vagy több optikai sugár közti relatív fázisváltozást használja. Az interferenciaminták alapján szögek, távolságok és törésmutatók változását lehet kiszámítani. Szegény földrajztanár alaposan hozzáolvashat, ha diákjai ezzel kapcsolatos kérdéseire választ akar adni. Az ábra és a szótár nem ad ehhez elegendő támpontot. Ezt az egész fejezetet kicsit egyszerűsítve,

több magyarázattal kiegészítve kellene megjelentetni a jövőben. Jó, hogy egyre többet hallunk, tudunk, olvashatunk a távérzékelésről, az egyetemi oktatásába is egyre jobban beépül ez az ismeretanyag, de éppen a fizikai, kémiai, matematikai tudást is igénylő ismeretanyaga és az atlaszt használó diákokra tekintettel, bővebb kifejtése indokolt lenne. A fejezet

végén szükséges lenne egy rövid indoklás arról, miért négyzetes hengervetületben ábrázolják az egész Földet bemutató műholdfelvételeket. Ezen a vetületen a pólusok egyenes vonalként jelennek meg. Az utóbbi fél évszázadban a pedagógusok, térképészek többségének az volt a törekvése, hogy a Földet póluspontos vetületeken ábrázolják az atlaszokban. Az ettől való eltérésnek nyilván van magyarázata, de azt röviden ismertetni kellene. A térképvetületek címszó alatt felsorolt és feltehetően az atlaszban használt négyféle vetület egyszerű felsorolását (négyzetes hengervetület, Lambert konform vetület, Lambert azimutális vetület, Miller hengervetület) nem tartjuk elegendőnek.



1. kép A Szelenga folyó deltája a Bajkál tónál

A Földet bemutató (globális) térképek digitális terepmodellre vetítve szemléltetik a hagyományos úton nyert (pl. harminc éves átlagos csapadék, éghajlati körzetek) és a távérzékeléssel kapott adatokat (pl. a Föld felszínborítása, a tengerfelszín hőmérséklete). (A földrajzi és térképészeti irodalom a felszínborítás helyett a Föld növényzete kifejezést használja, annak ellenére, hogy ezek a térképek a sivatagokat, a jéggel borított felszíneket is szemléltetik. Az űrfelvételek annyiban különböznek a korábbi növényzeti térképtől, hogy a nagyobb beépített területek is külön színfelületként jelennek meg. Nem tudjuk, hogy ez a különbség indokolja-e egy új fogalom bevezetését.) A távérzékelési adatoknál mindig ott szerepel az adatforrás, a hagyományos térképnél nem. Ez a gyakorlat elfogadható, mert a hagyományos atlaszok is nagyon ritkán közlik, mi alapján rajzolták meg, pl. a januári középhőmérséklet izovonalait. Látványos, de szokatlan ábra a Kilimandzsáró űrfelvétele, és az űr-

felvételre vetített, a magasságnak megfelelően változó növényzeti övek rajza. Azért szokatlan a kép, mert megszoktuk, hogy a magassággal változó éghajlati öveket oldalnézeti rajzon látjuk.

A Föld térképeit a kontinensek térképei követik. Domborzati és felszínborítási térkép, jellemző nyári, téli felhőborítottságot mutató Meteosat felvételek, az átlagos nyári-téli csapadékmennyiséget és a normalizált differenciált vegetációs indexet (NDVI) mutató térképek vezetnek be a tematikus részletterképek sorozatát. Az NDVI mutató a fotoszintetikus aktivitást méri, és jól egybeesik a vegetáció sűrűségével és életképességével. A növényzettel (a felszínborítottsággal) való kapcsolat, az egybeesés vagy eltérés bemutatása legalább az egyik kontinens esetében szükséges lenne. A kontinens térképek méretaránya: Európa 1:20 000 000, a többi földrész és a sarkvidék 1:30 000 000.

Európát nemcsak a kontinens térképek szemléltetik, hanem 1:2 500 000 méretarányú részletlapok is. Az űrből való látvány bemutatása, a képeken ábrázolt egy-egy földrajzi jelenség elemzése mellett (Pecsora torkolat, Norvégia fjordos partjai) nem nagyon látjuk ezek oktatási szerepét. A kisebb folyóknak az eltűnése a növényzetben hagyományos térképi ábrázolás nélkül nehezíti is a földrajzi tudat, a térbeliség kialakítását.

A többi kontinensenél csak egy-egy jellemző részlet mutatnak be 1:4 000 000 méretarányú térképeken, illetve egy-egy táj tematikus feldolgozása segíti bizonyos jelenségek megértését.

Különösen érdekesek a különböző időpontban készült űrfelvételek és azokon a változásokat kiemelten szemléltető tematikus térképek, ilyenek például a Niger torkolat környékének júniusi, majd októberi, az Aral-tó 1973., illetve 2000. évi, az Itaipu térséget 1973-ban és 2003-ban mutató űrfelvételek és az azokat kísérő tematikus térképek.

A kontinensek bemutatása után, a 98. oldaltól a *Természeti táj* és a *Kultúrtáj* című fejezetek a természeti és társadalom földrajz témaköreit dolgozzák fel űrfelvételeken és tematikus térképeken. Látványos űrfelvételek szemléltetik a morfológiai formákat (parttípusok, delták, vulkánizmus, meteorkráterek, víztárolók), a természeti katasztrófákat (földcsuszamlás, vulkánkitörés, erdőtüz), az űrfelvételek földtani kiértékelésének a lehetőségeit. Nagyon érdekesek a radarmérésekkel kimutatott felszínváltozások, a bányászat nyomán a Ruhr-vidéken, a talajvíz-kiemelés következtében Északnyugat Szaharában és Velencében. A társadalomnak a tájat megváltoztató szerepét jól mutatják az osztrák–cseh határ mentén látható, eltérő táblanagyságok, a Szaúd-arábiai 1972-évi

puszta sivatag helyén, a körkörös öntözés nyomán 2000-ben megjelenő, kör alakú növényzetfoltok. Sok kép szemlélteti az erdőirtások káros hatásait.

Az atlasz szerkesztői, úgy gondolom, eredetileg az egész Földre vonatkozó távérzékeléssel nyert adatoknak a földrajzi környezet kutatásában, megőrzésében, a fenntartható fejlődés kialakításában betöltött jelentőségét, újszerű és fontos eredményeit kívánták bemutatni. Az atlasz egy része ezt a célt tökéletesen teljesíti. Az atlaszkészítés közben azonban az eredeti cél mellett egy általános középiskolai földrajzi atlaszt is akartak készíteni. Ezt a kísérletet már eredménytelennek tartjuk. A térkép a valóság egyszerűsítésével, a lényeges részek kiemelésével áttekinthetőbb, pedagógiaileg jobb képet ad, mint a jelekkel kiegészített űrfelvétel. Az olaj- és földgáztermelés bemutatása az Északi-tengeren vagy a Perzsa-öbölben jobban elsajátítható a hagyományos térképről, mint az űrfelvételekre rajzolt durva vonalakkal álló, ritka névrajzú ábráról. Ugyanezt mondhatjuk a nagyvárosok funkcionális területeinek, a nemzeti parkok térbeli helyzetének bemutatásáról, az Alpokat átszelő közlekedési vonalak áttekinthetetlen rajzáról vagy a síesikló útvonalakat szemléltető térképről. A sípályák lejtését mutató ábra is jelmódszerrel kifejezőbb lenne, mint a digitális terepmodell alapján megjelenített, nagyon apró szakaszokból felépülő színsáv. Ezek a megjegyzések az eredeti atlaszra vonatkoznak, mivel a magyar változat annak az átvétele. A magyar szerkesztők munkája dicséretes, de nem hibátlan. Elfogadhatatlan a magyar szövegben a hosszú ékezetek helyett a háztető vagy hullámvonal (pl. az előszóban) alkalmazása, illetve a fordításra is ráért volna egy lektorálás. Például a bőszi gát visszatartó képesség, a lefolyási vízmennyiség csatornázottság fokaként való megjelölése zavaró.

Összefoglalva, az ötletet nagyon jónak tartjuk, a magyar fordítás megjelentetését köszönjük, az atlasz elő fogja segíteni a távérzékelés oktatásba való mélyebb beépülését. Az atlasz iskolai oktatásba való bevezetését ebben a formában viszont nem javasoljuk. Véleményünk szerint a térképeken szemléletesebben bemutatható témákat elhagyva, illetve egy-egy példára csökkentve, a globális földrajzi problémák alakulásának csak távérzékeléssel követhető kérdésköreire összpontosítva, vékonyabb atlaszt lenne célszerű megjelentetni. Részünkről csak a hagyományos atlasz és legjobban az űrből követhető, az emberiség jövőjét veszélyeztető, változásokat szemléltető űratlasz együttes használatával tudjuk elképzelni a földrajzitanítás megújítását.

Dr. Papp-Váry Árpád, DSC

FIG 7. BIZOTTSÁG, KATASZTER, FÖLDÜGYI IGAZGATÁS, ÉVES KÖZGYŰLÉSE

Bled, Szlovénia (2006. május 12–17.)

2006-ban Szlovénia, Bled üdülővárosa volt házigazdája a FIG 7 bizottsága éves közgyűlésének. A közgyűlés május 12–16 között zajlott a FIG 7. bizottsága és a Szlovén Földmérési és Térképészeti Szövetség közös rendezésében. Az októberben, Münchenben tartandó FIG Kongresszusra tekintettel, a közgyűlés ezúttal kissé rövidebb volt a megszokottnál.

Az éves közgyűléseknek hosszú évek óta meghatározott szerkezete van és a programot is előre megszerkeztetik. Ezúttal kétnapos program volt a bizottság munkájáról szóló beszámoló előadások, egy nap a technikai kirándulás, valamint egynapos volt a nyílt szakmai szimpózium a „Regionális fejlesztési tervezés az EU-s pénzek felhasználásáról, regionális fejlesztési célokra” címmel

Az idei közgyűlésnek magyar szempontból is fontos szerepe volt. Köztudott, 2007–2010 között magyar elnöke lesz, személyemben, a bizottságnak, és ennek megfelelően a közgyűlés már intenzíven foglalkozott a 2007–2010 közötti időszak munkatervével. A jövőbeni magyar vezetés bemutatását szolgálta *Iván Gyula* részvétele is, aki az elkövetkezendő négy évben a 7. Bizottság szakmai titkára lesz.

A közgyűlésen ezúttal is nagyszámban vettek részt, 24 ország 49 delegátusa jött el. Öröndetes volt olyan új országok részvétele is, akik korábban nem voltak jelen: Bosznia Hercegovina, India, Macedonia, és több ország delegátusai néhány éves távollét után ismét megjelentek; nevezetesen Portugália, Litvánia, Lettország, Norvégia képviselői.

Az elmúlt 10–15 év aktív résztvevői részben visszavonultak és az elkövetkezendő időszakban várható új, fiatalabb delegátusok megjelenése. Egy biztos, hogy a földügyi igazgatás, kataszter, ingatlan-nyilvántartás megteremtése, modernizálása a világ minden régiójában országában fontos szakmai prioritás, mert ma már nyilvánvaló, hogy a földügyi igazgatás jogi és intézményi rendszere az egyik legfontosabb infrastruktúrája a gazdasági fejlődésnek. Ugyancsak növekszik a FIG, mint szakmai szervezet jelentősége világszerte, mind több ország képviselteti magát FIG rendezvényeken és válik taggá.

Az első két nap programja a hagyományoknak megfelelően zajlott. *Paul van der Molen* a 7. Bi-

zottság elnöke üdvözlő ill. megnyitó szavai után a házigazdák kaptak lehetőséget, hogy előadásokkal bemutassák a szlovén földmérés, térképészet és földügyi igazgatás helyzetét, eredményeit. Az előadások közül kiemelkedett a szlovén kataszter, ingatlan-nyilvántartási projekt ismertetése, mely a Világ Bank támogatásával 6-8 éve folyik és befejezés előtt áll.

Ezt követően a 7. Bizottság elmúlt évi eredményeiről, munkájáról számoltunk be. *Paul van der Molen* a Bangkokban tartott, 2005 decemberi ENSZ/FIG szakértői szimpóziumról, *Cristiaan Lemmen* Indiában, Új Delhiben, 2006. februárjában rendezett *Kataszter-Ingatlan-nyilvántartás konferenciáról*, én pedig a 2005. novemberében Kolumbiában, Bogotában rendezett *Latin Amerikai Kataszteri Konferenciáról*, valamint 2006. áprilisban Budapesten, a FIG 2., 3., és 7. bizottság közös munkaértekezletéről, melynek témája az e-kormányzás, e-oktatás volt. Ezek az események bizonyítják, hogy a működő földügyi igazgatás, kataszter, ingatlan-nyilvántartás korszerűsítése, (ahol kell létrehozása), a világ minden részén rendkívül fontos. Az első két nap programjában több ország delegátusa tartott előadást az országukban folyó fontos földmérési, térképészeti, földügyi projektekről. Érdekes volt az indiai, a volt jugoszláv államok és a balti országok delegátusainak előadása.

A késő délutáni szekcióban ismertettem a 7. Bizottság 2007–2010 közötti időszakra tervezett munkatervét, lehetőséget adva a delegátusoknak, hogy kommentálják, tegyék meg javaslatukat. A programot a 2007, 2008 évi tervezett közgyűlés házigazdáinak beszámolója zárta. 2007-ben Korea lesz a házigazda, a 2008 évi közgyűlést az olasz szövetség rendezi Veronában.

Szakmai kirándulás

Az éves közgyűlés része egy egész napos szakmai kirándulás, mely keveréke a szakmai programnak és nevezetességek megtekintésének. A kirándulás első állomása Ljubljana, a főváros volt, ahol egy körzeti telekkönyvet és kataszteri hivatalt látogattunk meg. Innen Poztojnába mentünk, ahol a helyi telekkönyv látogatása után a világhírű cseppkőbarlang csodáit élvezhettük.

Szlovéniában nincs egységes ingatlan-nyilvántartás, a földügyi igazgatás intézmény rendszere rendkívül tagolt- kataszter, telekkönyv, épület nyilvántartás, társasház nyilvántartás, stb. Már több mint hét éve folyik, az a projekt, mely a szlovén földügyi igazgatást hozza létre és a különböző adatbázisokat integrálja. Szlovéniában, mint volt jugoszláv államban, a szocializmus idejében nem vezették az ingatlan-nyilvántar-

tást és a projekt keretében hozzák létre a valóságnak megfelelő, naprakész térképi és tulajdonosi állapotot. A széttagolt intézmény rendszer mellett még egy ilyen kis területű és népességű országban is hosszú ideig tart a földügyi igazgatás igényeknek megfelelő megteremtése.

Nyílt szimpózium

Minden évben része a közgyűlésnek az 1-2 napos nyílt szakmai szimpózium egy meghatározott témában, mely fontos a házigazda országnak és a 7. bizottságnak egyaránt. A szimpózium címe „Regionális fejlesztési tervezés és az Európai Unió pénzeinek felhasználása regionális fejlesztés céljára” volt. Ezáltal, érthető módon, a hazai előadások domináltak és a szlovén földügyről szóló előadások mellett beszámoltak azokról a projektekről és eredményeikről, melyek az EU-s pénzek megpályázásáról szóltak. Mindenesre a szélesebb körű szlovén földügyi szakma megtalálta az utat az EU-s forrásokhoz.

A 7. bizottság delegátusai három előadással járultak hozzá a szimpózium sikeréhez.

Osskó András
FIG 7. Bizottság alelnök



A SZOLNOKI KÖRZETI FÖLDHIVATAL FELÚJÍTOTT ÉPÜLETÉNEK ÜNNEPÉLYES ÁTADÁSA

A Szolnoki Körzeti Földhivatal felújított és kibővített épületének ünnepélyes átadására 2006. szeptember 8-án került sor. A jelentős eseményen részt vett és avató beszédet mondott *Benedek Fülöp*, az FVM szakállamtitkára; az FVM Földügyi és Térinformatikai Főosztály képviselőjében megjelent *Horváth Gábor* főosztályvezető, *Hodobay-Böröcz András* főosztályvezető-helyettes, *Tóth Sándor* vezető-főtanácsos.

A meghívott vendégek között voltak *dr. Csíkos Zoltán* a Megyei Közigazgatási Hivatal vezetője, *dr. Bozsó Péter* megyei főjegyző, *dr. Szakali Erzsébet* Szolnok város jegyzője, a szomszédos megyei földhivatalok vezetői, a megyében működő körzeti földhivatalok vezetői, megyei osztályvezetők, a tervező és kivitelező cégek képviselői, valamint a sajtó tudósítói.



1. kép Az átadás pillanata (Fotó: HBA)

A megjelenteket *Szabóné Tánczos Valéria*, a Jász-Nagykun-Szolnok Megyei Földhivatal vezetője köszöntötte. Beszédében elmondta, hogy nagy öröm számára és valamennyi földhivatali dolgozó számára, hogy régi vágyunk teljesült. A Szolnoki Körzeti Földhivatal felújításával és bővítésével korszerű, kulturált, az európai uniós normáknak megfelelő ügyfélfogadó és dolgozók zavartalan munkavégzését biztosító irodai épület került kialakításra. A megyei földhivatal több éven keresztül pályázott fejlesztési támogatás elnyerésére. A most megvalósult beruházáshoz a minisztérium 2005. évben 170 millió Ft-ot biztosított, melyhez a megyei földhivatal saját költségvetéséből 14 millió Ft-tal járult hozzá.

Sajnos az ügyintézői irodák, az irattárak berendezésére, az elavult informatikai eszközök cseréjére forrás hiányában nem került sor, de dolgozók ennek ellenére is elégedettek az megvalósult eredménnyel.

A tervezést az *AXIS Kft.* végezte *Cser Lajos* ügyvezető vezetésével. A pénzeszközök behatárolt volta miatt a tervezők által javasolt optimális lehetőségeket több esetben szűkíteni kellett, illetve bizonyos feladatok nem kerülhettek a kiviteli tervbe. Sok esetben az olcsóbb, egyszerűbb megoldásokat kellett elfogadni. A kivitelezői munkát a *TÚRSZOL Kft.* végezte, *Kontér Béla* és *Subicz Imre* ügyvezetők vezetésével. A munkavégzés műszaki ellenőrzésével a *Precizitás Mérnöki Irodát* bízták meg, *Dombi Ferenc* ügyvezető személyében. Az ügyfélfogadó tér és még néhány helyiség berendezését az *E-Profil Kft.* tervezete és készítette *Miskolcziné Magyar Erika* irányításával.

Mivel a régi épületből csak a főfalak, a lépcsőház és a födémek maradtak meg, már a bontás során értéket bennünket kellemsen, a tervezés időszakában nem látható események. Ezek a feladatok többletmunkát és költséget jelentettek, azonban sikerült a beruházásban közreműködő cégekkel közösen a költségvetés keretein belül elfogadható megoldásokat találni, mely természetesen nem mehetett a

minőség rovására. A munka 2005. szeptember 2-án kezdődött, a beruházásban résztvevők jó együttműködésének köszönhetően hét hónap alatt készült el a ma átadásra kerülő irodaház.

Köszönetét fejezte ki a Minisztérium vezetésének, személy szerint *Benedek Fülöp* szakállamtitkár úrnak azért a támogatásért, amely lehetővé tette, hogy a szigorú gazdasági felté-

telek között is megvalósult ez a beruházás. Megköszönte a Földügyi és Térinformatikai, a Költségvetési és Vagyongazdálkodási Főosztály vezetőinek és dolgozóinak a beruházás végrehajtásához nyújtott segítséget, valamint a tervezők és kivitelezők nívós munkáját. Köszönetet mondott a Szolnoki Körzeti Földhivatal dolgozóinak, hogy az átmeneti időszakban is biztosították az ügyfelek színvonalas kiszolgálását és betartották az ügyintézési határidőket.

Benedek Fülöp szakállamtitkár avató beszédében örömet fejezte ki, hogy erre az eseményre Jász-Nagykun-Szolnok megyében is kerülhetett, és úgyszintén mint ennek a megyének a szülötte ő adhatja át az új épületet. A beruházás az FVM által támogatottan egy olyan folyamat része, mely a földhivatalok felújítását, korszerűsítését célozza meg. Az ország 116 körzeti földhivatalának közel felét már sikerült felújítani és reméli a többire is fokozatosan sor kerül.

Beszélt még a megnövekedett földhivatali feladatokról, a kárpótlás lebonyolításáról, a részaránykiadásról, melynek kapcsán hozzá tette, hogy ezen területen még várnak feladatok a minisztériumra és a földhivatalokra is. Hangsúlyozta, hogy a földhivatalokban nincs ügyirathátralék, a várakozási idő jelentősen csökkent, hiszen egy ügy elintézése 5 és 30 perc között történik. Megemlékezett Apagyai Géza főosztályvezető úrról, aki sajnós már nem lehet közöttünk, az Ő segítsége nélkül nem valósulhatott volna meg ez a beruházás.

Zárószavában arra kérte a földhivatal dolgozóit, hogy becsüljék meg az épületet és az ügyfeleket, mert az ügyfelek ezt megérdemlik. Használják az épületet örömeikre és az ügyfelek meglepedésére.

Ezt követően Benedek Fülöp szakállamtitkár a hagyományoknak megfelelően a nemzeti színű szalag átvágásával az igényesen kialakított épületet átadta rendeltetésének. Káli István, a Szolnoki Körzeti Földhivatal vezetője vette át az épületet. Megköszönte a Minisztérium, a megyei földhivatal és a közreműkö-



2. kép A felújított hivatal homlokzata (Fotó: HBA)

dő szervek segítségét, hogy ez az európai normáknak is megfelelő székház elkészült.

Előzmények, a beruházás indokai:

A földhivatalok megalakulását követően a Szolnoki Körzeti Földhivatal a megyei földhivatallal egy épületben működött. A tulajdoni reform megindulásával 1991-től kezdődően a körzeti földhivatal feladatai jelentősen megnövekedtek, számos új feladattal bővült tevékenységi köre. Az ingatlanok száma duplájára emelkedett a szövetkezeti táblák felosztása, az önkormányzati lakások értékesítése kapcsán.

Ezzel párhuzamosan az elintézésre váró ügyek száma és az ügyfélforgalom is folyamatosan emelkedett. A feladatokkal együtt a hivatal 28 fős létszáma 58 főre növekedett. Az elhelyezési gondok indokolták, hogy 1992-ben

a Szolnoki Körzeti Földhivatal a megyei földhivatal épületéből az Ostor utca 1/a alatti jelenlegi épületbe költözött. A felújítás előtti épület eredetileg munkásszálló volt, a földhivatal elhelyezésére már akkor sem volt ideális, de pénzügyi fedezet hiányában más megoldás nem volt lehetséges. Az 1951-ben épült irodaépület állapota fokozatosan romlott, állandó kisebb-nagyobb felújítást igényelt.

A megnövekedett ügyfélforgalom kiszolgálása egyre több feladatot jelentett. A korábbi kedvezőtlen elrendezésű épület rossz adottságai miatt az ügyfelfogadás méltatlan körülmények között, esetenként az előadó szobákban zajlott. Az ügyfelek a megfelelő váróhelyiség hiányában gyakran a folyosón, illetve az utcán várakoztak. Az elfogadhatatlan színvonalú, korszerűtlen, a kor követelményeinek nem megfelelő ügyfélszolgálat miatt néhányszor kritika érte a földhivatalt az ügyfelek részéről.

A ingatlan-nyilvántartás számítógépre vitelét követően a nagy adatállomány gyors és biztonságos kezelésére az informatikai háttér nem volt megfelelő, az üzemelő informatikai és villamos hálózat időközben elavult. Megoldatlan volt az épület akadály-

mentesítése, valamint az egyre szaporodó iratoknak tárolóhely biztosítása.

Mindezek következtében elengedhetlenné vált a Szolnoki Körzeti Földhivatal épületének teljes felújítása, bővítése.

A tervek megvalósítása:

A jól előkészített, gazdaságilag és műszakilag megalapozott tanulmányterv elfogadását követően, 2004. év végén megkezdődtek a tervezések. Az engedélyes tervek elkészülését, a nyílt közbeszerzési eljárást követően a vállalkozási szerződés megkötésére és a teljesen munkaterület átadásra 2005. őszén került sor. A hivatal ez idő alatt ideiglenesen 385 m²-es bérelt irodákban zavartalanul működött, továbbra is biztosítva az ügyfelek által elvárt színvonalas ügyfélfogadást.

A tervezést nagyban befolyásolta a meglévő épület építészeti adottsága, így többek között a tartófalak, a pince, a lépcsőház, az ablakok elhelyezkedése. Mindezek mellett a legfontosabb tervezési szempont volt, hogy az épület ügyfélbarát legyen, tágas ügyfélfogadóval, ahol megvalósul az ügyfelek teljes körű, szakszerű kiszolgálása.

A tervezői elképzeléseket a kivitelező cég színvonalosan, jó minőségben valósította meg.

A régi két szintes épület 800 m² alapterületű volt, amiből csak a tartófalak, lépcsőház és a födémek maradtak meg a felújítás során. A jelenlegi felújított irodaház a bővítéssel és a tetőtér beépítésével 1238 m²-re bővült. A tágas ügyfélfogadó-ügyfélváró 145 m²-rel kerül kialakításra, mely a mozgáskorlátozottak számára is megközelíthető, ahol kilenc ablaknál zajlik a teljes körű adatszolgáltatás. Az ügyfélhívó rendszer segíti az ügyfelek gyors és hatékony kiszolgálását.

Az épületben kialakításra került két kisebb ügyfélfogadásra és hivatali értekezletek tartására alkalmas tárgyaló, valamint lehetőség van – pénzügyi források megteremtését követően – 130 m² összterületű irotár kialakítására. Az épület korszerű fűtő-hűtő rendszerrel és informatikai hálózattal ellátott. A világos, tágas irodák biztosítják a nyugodt és színvonalas munkavégzést. Az ügyintézés 500 m² hasznos alapterületen zajlik, jelenleg 50 fővel. Sajnos a rendelkezésre álló forrásból csak az ügyfélfogadót, a tárgyalót és a vezetői szobát sikerült berendezni, mely kényelmes és szervezett munkavégzést biztosít az ügyfélfogadók részére.

Néhány adat a földhivatal munkájáról:

A Szolnoki Körzeti Földhivatal a megye legnagyobb földhivatala. Illetékességi területéhez 19 tele-

pülés, köztük négy város (Szolnok, Újszász, Marfű, Tiszaföldvár) tartozik, mintegy 170 ezer lakosának földmérési, térképészeti, ingatlan-nyilvántartási, földvédelmi, földhasználati hatósági feladatait látja el magas színvonalon, közmegegyezéssel. Földmérési feladatai a Mezőtúri Kirendeltség illetékességi területére is kiterjed. Földterülete közel 172 ezer ha, 140 ezer földrészlet és egyéb önálló ingatlan. Az éves ügyirat-érkezése megközelíti 100 ezer darabot, napi átlagban 150 ügyfél keresi fel a hivatalt, a kimenő levelek száma naponta 500 db. Évente 45 ezer tulajdoni lap másolatot adnak ki, földmérési adatszolgáltatás iránti igény 7000 db volt és 2000 db változási vázrajz került záradékolásra. A számok jól tükrözik, hogy jelentős az ingatlanforgalom és nagy az igény a földhivatali adatszolgáltatás iránt. A körzetben az ügyintézési határidőket a törvényi előírásoknak megfelelően betartják. A munka színvonalas minőségét az alacsony számú másodfokú ügy, illetve bírósági jogorvoslati kérelem is bizonyítja.

Szabóné Tánzos Valéria
hivatalvezető



110 ÉVE SZÜLETETT KUNOVSKY EMIL MÉRNÖKKARI EZREDES

Kunovszky Emil a Honvéd Térképészeti Intézet (HTI) egykori ezredese és igazgatója, a Kartográfiai Osztály vezetője, a Budapesti Műszaki Egyetem volt adjunktusa 110 évvel ezelőtt, 1896. március 29-én született Budapesten. Bár pozsonyi kereskedő családból származott, de apja, *Kunovszky István* még a 90-es évek elején családjával Budapestre költözött. Emil fiát 1902-ben elemi-, majd 1906-ban polgári iskolába íratta be. 1910-ben a nagyváradi hadapród iskolába kérte felvételét, ahol 1914-ben érettségi vizsgát tett és zászlóssá avatták.

Hivatásos katonatisztként végigharcolta az I. Világháborút; 23 hónapig teljesített harctéri szolgálatot az orosz fronton, ahol meg is sebesült. Felépülése után a 18. honvéd gyalogezreddel újra a frontra vezényelték. A Monarchia összeomlásakor (1918. November) már főhadnagyi rangban volt. A Tanácsköztársaság ideje alatt Sopronban élelmezési ellátó tisztként szolgált. A háború alatt több kitüntetésben is részesült: megkapta a harmadosztályú érdemkeresztet, a Háborús Emlékérmét, a Sebesült Emlékérmét, a Bronz Érdemérmét és a Károly Csapatkeresztet.

1920. februárjában a M. kir. Állami Térképészethez (később HTI) került. Szerepet játszott ebben az átvezénylésben alakulata felosztása, valamint az a tény, hogy szépen rajzolt. Mint az első (négy hónapos) topográfiai tanfolyam hallgatója, itt ismerkedett meg a térképhelyesbítés módszerével. 12 éven át (1920–1932) mint topográfus teljesített szolgálatot, és közben (1926–1928) elvégezte a terepfelmérő tanfolyamot is. 1925-ben századossá, 1932-ben pedig őrnaggyá léptették elő, és ekkor rábízta a Kartográfiai Osztály (akkori nevén Térképraiz Szakosztály) vezetését, majd e beosztása megtartása mellett 1938-ban az Intézet aligazgatójának nevezték ki.¹ 1942-ben alazredessé, 1944-ben pedig ezredessé léptették elő.

Kunovszky Emil önéletrajzában az 1944/1950 közötti időszakról így vallott: „... 1944 második felében az Intézet a budapesti bombázások elől részekre bontva, a Dunántúlra vonult, és eközben működésképtelenné vált. Ekkor a bécsi magyar anyagnyilvántartó törzshöz vezényeltek, ... ahonnan később visszahelyeztek Sopronba. Helyi ismererem folytán az intézetparancsnok megbízott városi elhelyezéssel, és a térképészeti anyag biztonságba tételével. 1945. április 12-én a szovjet városparancsnok a sopronkőhidai hadifogoly táborba rendelt. Harmincnyolc hónapi hadifogság után 1948. június 30-án térhettem haza, és az igazoló eljárás után November 1-től nyugdíjazta. Nyugdíjamat 1950. július 1-jével megvonták [10] és ettől az időponttól kezdve mezőgazdasági napszámoként, illetve építőipari segédmunkásként dolgozom. Időnként képzőművészeti rajzolást is végzek.” [4]

1952-ben – baráti támogatással – bekerült mint óraadó oktató a soproni Egyetemre, ahol a földmérő és erdőmérő hallgatóknak hegyidomtant, kartográfiai ismereteket és térképsokszorosítást adott elő. 1953-ban adjunktusnak nevezték ki. 1959-től a Budapesti Műszaki Egyetemen (akkor Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem) oktatott 1962-ben bekezdett második nyugaldíjazásáig. Ezután már a szakmától visszavonultan élt soproni házában, ahol kertészkedéssel, festéssel, sakkkozással és zenehallgatással töltötte idejét. 1986. március 1-jén, 90 éves korában, otthonában csendesesen elhunyt. Búcsúztatá-

¹ 17 éves (1920–1937) térképészeti szolgálatáért megkapta a Magyar Bronz Érdemérmét.



Fotó: Térképészeti Kht. Archivuma

sa – a róm. Kat. Egyház szertartása szerint – március 6-án volt a Soproni Új Temetőben. Utolsó útjára elkísérték még élő tisztársai, felesége, volt egyetemi munkatársai, barátai és egykori tanítványai.²

Blahó Imre nekrológiájában a következő szavakkal emlékezett egykori tanártársára: „... Szakmájánank alapos ismerője, igen jó előadó volt, a hallgatók közvetlen oktatói magatartása és jó előadó-stílusú miatt nagyon szerették. ... Működése az Egyetem elsimerését is kiváltotta. ... Ezzel a megemlékezéssel búcsúzzunk Tőled, Emil bácsi, amíg élünk emléked szívünkben él!” [1]

Születésének 110. évfordulója alkalmával emlékezzünk most mi is nagy tisztelettel unovszky Emil mérnökkari ezredesre, a HTI egykori vezető munkatársára, két világháború hőz katonájára, a Műegyetem volt adjunktusára, a topo-kartográfiai szakterület kiváló képviselőjére.

Dr. Tremmel Ágoston és dr. Székely Domokos

IRODALOM

1. Blahó Imre: Meghalt Kunovszky Emil (nekrológ). Geod. és Kart. 1986/6
2. Raum Frigyes: Magyar Földmérők rövid életrajza (Geodézia Rt. 1996)
3. Kunovszky Emil: Topográfia. Geodéziai Kéziratok 3. kötet, 2. rész; szerkesztette: Hazay István, Bp. 1960
4. Kunovszky Emil: Önéletrajz. Bp. 1951 (Hadtörténelmi Levéltár)
5. Kunovszky Emil: Síkságtól a hegyvidékig kippréggel. Geod. és Kart. 1955/1–2.
6. Kunovszky Emil: Hegyidomtani szemelvények. Tankönyvkiadó, Sopron 1952
7. Kunovszky Emil: Kartográfiai ismeretek. Tankönyv, Sopron 1952
8. Kunovszky Emil: Térképsokszorosítás. Tankönyv, Sopron 1955
9. Kunovszky Emil: Hegyidomtan. Egyetemi jegyzet, Bp. 1962.
10. A nyugdíjak „felülvizsgálatáról” szóló 1949. évi M.T. rendelet alapján

² Kunovszky Emil gyermektelenül halt meg. Egy évvel később feleségét, Pekovits Alice-t is mellé temették a 151. sz. sírhelyre, mely 2011-ben lejár. Reméljük, hogy a Hadisír Gondozó Iroda felvállalja ápolását.

KITÜNTETÉSEK

A Magyar Köztársaság Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztere 2006. március 15-e alkalmából példamutatóan végzett eredményes szakmai munkásságuk elismerésül **Miniszteri Elismerő Oklevél kitüntetésben** részesítette

Horváth Frigyesné asszonyt
a Kapuvári Körzeti Földhivatal
vezető főtanácsosát,
valamint

„Életfa” Emlékplakett ezüst fokozata kitüntetésben részesítette

Varga József urat
a Mosonmagyaróvári Körzeti Földhivatal
nyugalmozott vezetőjét.



A Köztisztviselők napja alkalmából 2006. július 1-jén a Magyar Köztársaság Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztere a földügyi irányításban, a tematikus térképek kiadásának engedélyezése terén végzett kiemelkedő tevékenységéért **Miniszteri Elismerő Oklevél kitüntetésben** részesítette

Pokoly Béla urat,
a Földügyi és Térinformatikai Főosztály
vezető-főtanácsosát,
valamint

Miniszteri Dicséretben részesítette

Horányi Györgyné asszonyt,
a Földügyi és Térinformatikai Főosztály
főmunkatársát a titkársági feladatok
lelkiismeretes ellátásáért,
emberséges hozzáállásáért



Győr-Moson-Sopron Megye Közgyűlése július 1-jén, a Köztisztviselői Nap alkalmából eredményes szakmai munkássága elismeréseként **Győr-Moson-Sopron Megye Szolgálatáért Díjat adományozott**

Bakody Attila úrnak
a Csornai Körzeti Földhivatal hivatalvezetőjének.

Ugyanezen alkalomból a Győr-Moson-Sopron Megyei Földhivatal vezetője **„Hivatalvezetői Dicséretben”** részesítette az alábbi személyeket:

Bella Bernadett földmérési tanácsos
(Kapuvári Földhivatal)

Knollné Pintér Erika ingatlan-nyilvántartási
főelőadó (Győri Földhivatal)

Tóth Gedeonné földmérési főmunkatárs
(Győri Földhivatal)

Szalay Tiborné földmérési főtanácsos
(Mosonmagyaróvári Földhivatal)

Joó Péter földmérési vezető-tanácsos
(Soproni Földhivatal)

Tóth Szabolcs titkárságvezető (Megyei Földhivatal)

Vajkai Istvánné nyugdíjas (Győri Földhivatal)

Varga Istvánné nyugdíjas
(Kapuvári Földhivatal)



A Magyar Köztársaság Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztere a **2006. augusztus 20-i állami ünnep alkalmából az alábbi kitüntetéseket adta át.**

Életfa Emlékplakett bronz fokozat elismerésben részesült:

Kovács János ny. körzeti földhivatal-vezető
(Szolnok)

Mihalik László ny. hivatalvezető,
(Szigetvári Körzeti Földhivatal)

Molnár László, ny. ingatlan-nyilvántartási ügyintéző, (Mohácsi Körzeti Földhivatal)

Pap Sándor ny. földmérő technikus,
(Szigetvári Körzeti Földhivatal)

Sándor Ede ny. ingatlan-nyilvántartási csoportvezető, (Győri Körzeti Földhivatal)

Miniszteri Elismerő Oklevél kitüntetésben részesült:

Balázs György informatikai felügyelő
(Békés Megyei Földhivatal)

Baranyai Emőke földmérési ügyintéző
(Budapest 1. sz. Körzeti Földhivatal)

Bartha Csabáné hivatalvezető-helyettes
(Jász-Nagykun-Szolnok Megyei Földhivatal)

Bende László földmérési szakfelügyelő
(Komárom-Esztergom Megyei Földhivatal)

Csizmadia Mihályné földmérő mérnök
(Földmérési és Távérzékelési Intézet)

Fülöp Józsefné mb. hivatalvezető-helyettes
(Gödöllői Körzeti Földhivatal)

Gaszó László humánpolitikai osztályvezető
(Békés Megyei Földhivatal)

Hajdúné Csutka Enikő mezőgazdász
(Pest Megyei Földhivatal)

Horváth Jenő csoportvezető
(Geodéziai és Térképészeti Zrt.)

Hostyánszki Imréné
ingatlan-nyilvántartási ügyintéző
(Jász-N.Sz. Megyei Földhivatal)

Kaponyás Istvánné
ingatlan-nyilvántartási ügyintéző
(Nyíregyházi Körzeti Földhivatal)

Kovács József gazdasági vezető
(Győr-M.S. Megyei Földhivatal)

Kovács László osztályvezető
(Pest Megyei Földhivatal)

Kovácsné Udvardi Katalin műszaki osztály-
vezető
(Geodéziai és Térképészeti Zrt.)

Madarász András földmérési ügyintéző
(Fővárosi Földhivatal)

Mezei Attila vezető-főtanácsos
(FVM Földügyi és Térinformatikai Főosztály)

Molnár Gáborné főkönyvi könyvelő
(Békés Megyei Földhivatal)

Molnár Pálné hivatalvezető
(Dabasi Körzeti Földhivatal)

Müller Józsefné ingatlan-nyilvántartási ügyintéző
(Tiszafüredi Körzeti Földhivatal)

Nagy István földvédelmi és földhasználati
osztályvezető (Bács-Kiskun Megyei Földhivatal)

Nagy József falugazdász
(Bács-Kiskun Megyei Földművelésügyi Hivatal)

Németh György műszaki csoportvezető
(Geodéziai és Térképészeti Zrt.)

Radványi József műszaki ügyintéző
(Geodéziai és Térképészeti Zrt.)

Szalkai-Szabó József hivatalvezető-helyettes
(Nógrád Megyei Földhivatal)

Szekér Viktor műszaki ügyintéző
(Geodéziai és Térképészeti Zrt.)

Szikora Ferencné
ingatlan-nyilvántartási osztályvezető
(Körmendi Körzeti Földhivatal)

Szláma Antal mezőgazdász
(Körzeti Földhivatal Nyírbátor)

Tulkán Péterné földmérési felügyelő
(Békés Megyei Földhivatal)

Urbán Imre hivatalvezető-helyettes
(Békés Megyei Földhivatal)

Varga Katalin titkárságvezető
(Geodéziai és Térképészeti Zrt.)

Veress János
(posztumus) néhai körzeti földhivatal-vezető
(Vásárosnamény)

HALÁLOZÁS

Papp Géza (1926–2006)

2006. június 22-én eltávozott közülünk Papp Géza kollégánk, a Magyar földmérés jelentős és elismert szakmai egyénisége, aki nem csupán az általa végzett szakmai munkában szerzett magának elismerést, de kitűnt kiváló szervező képességével is. Emel-



lett tudott határozott – s ha kellett – kemény is lenni! Ugyanakkor mindezek mellett megőrizte emberi tisztességét, meleg baráti érzületét, lényeglátását. Egyéniségét a „két lábbal való földönjárás” jellemezte.

Ő is azon sikeres felvidéki magyarok közé tartozott, akik el kellett hagyniuk szülőföldjüket. Életútja fontosabb eseményeit (felesége segítségével) a következőkben ismertetjük.

Papp Géza 1926. január 30-án született a csehszlovákiai Perbete községben. Középiskoláit Érsekújváron és Pápán végezte, végül 1947-ben Komáromban szerezte meg az érettségit. 1948-ban került végleg Magyarországra a magyar-csehszlovák lakosságcsere keretében. 1949-től állt a földmérés szolgálatában. Dolgozott Baján, Balassagyarmaton, Esztergomban, majd 1954-től a Pécsi Geodéziai és Térképészeti Vállalatnál. Földmérőmérnöki oklevelét 1959-ben levelező úton szerezte, amihez 1968-ban megszerezte a mérnök-közgazdász diplomát is. 1973 óta automatizálási szakmérnöki képesítéssel is rendelkezik.

1962-ben került a Budapesti Geodéziai és Térképészeti Vállalathoz, ahol előbb a dunaiújvárosi irodának volt a csoportvezetője, majd 1968-tól a 6. Felmérési Osztály vezetésével bízták meg. Mint osztályvezető szoros és jó kapcsolatot épített ki a működési területéhez tartozó városok, elsősorban Dunaújváros, Székesfehérvár, Veszprém tanácsai és társadalmi szervezeteivel. A dunaiújvárosi közmű felméréseknél úttörő kezdeményezési elismerést nyertek.

Aktív tagja volt a Geodéziai és Kartográfiai Egyesületnek, ahol 1981 óta a Földmérési Szakértői szakosztály elnöki tisztét töltötte be.

Több alkalommal részesült Kiváló Dolgozó kitüntetésben; 1977 óta a Munka Érdemrend Ezüst fokozata, 1984 óta pedig a Fashing Antal emlékérem tulajdonosa.

Utolsó útján és búcsúztatásán 2006. július 7-én a család tagjai és a rokonság mellett elkísérték kollégái, barátai és tisztelői.

Emlékét hosszú ideig megőrizzük.

Geodézia és Kartográfia Szerkesztőbizottsága

Az alábbiakban közreadjuk még Nagy Lajosnak, a BGTV egykori osztályvezetőjének búcsúztató megemlékezését is.



Tisztelt Gyászolók!

Géza bátyám, Géza, Géza bácsi, kinek-kinek kora szerint, mindig a legnagyobb tisztelettel!

Búcsúzni jöttünk.

Három hónapja a szerencsések még Veled ünneplhették nyolcvanadik születésnapodat. Örültünk egymásnak, mulattunk mint régen, de nem gondtalanul. Aggódtunk az egészségedért.

Megbeszéltük: a kilencvenedik születésnapodon folytatjuk. Nem tudjuk folytatni. Az élet múlandó és minden változik.

Emlékezzünk!

A 60-as évek derekán megbízást kaptál a BGTV 6-os Felmérési Osztályára, a székesfehérvári iroda megszervezésére. Mint negvenes éveid derekán járó férfit ismeretlek meg pályakezdő ifjúként. Csoportvezető voltál Dunaújvárosban. Még a régi vezetésű 6-os osztályhoz nyertünk felvételt és elhelyezést egy azóta elhunyt kollégánk szüleinél, a Csutora utcai nagyszobában.

A dunaiújvárosi mag tette a dolgát. A városmérés, a Dunai Vasmű, a megye déli részének felmérése. Fehérváron is beindult a városmérés.

Vezetésséddel minden megváltozott. Emberséges, türelmes, igazságos és szigorú, jó főnökünk voltál. Megízleltük a siker örömét, az önálló munkavégzés biztonságát. Példát mutattál, követeltél tőlünk és megvédtél minket. Összehoztál egy jó csapatot, bölcsen kialakítottál egy jó, büszke BGTV-s csapat-szellemet. Veled sikeres éveink voltak.

A Vas utcai legénytanyából új székhez költöztünk. Dunaújvárosban ma is meglévő helyet kaptunk a város impozáns irodaházában. Kirendeltségünk lett Veszprémben, Gárdonyban. Ipari geodéziai tevékenységgel ott voltunk a Székesfehérvári Könnyűfémű fejlesztésénél. Munkatársunk állította be a taliándörögdi műholdas vevőállomásokat. Felsőgeodéziai jártasságát később főosztályvezetőként kamatoztatta. Városi közműfelmérések és nyilván-

tartások rendszer-gazdáí lettünk. Mértük három megye településeit. Ott voltunk minden jelentősebb beruházásnál. Munkatársaink dolgoztak Jemenben és Irakban. Lányaink rajzolták Nigéria fővárosának alaptérképét.

Mindent Neked köszönhetünk!

Köszönjük, hogy munkatársaid lehettünk! Köszönjük, hogy összetartottál minket. Köszönjük, hogy szakmai megbecsüléshez segítettél minket!

Büszke, magabiztos, boldog emberek voltunk Papp Géza 6-os Felmérési Osztályán. „Tőlünk koma csak elmenni lehet, visszajönni nem” – mondtad. Tőled hűséget tanultunk.

Nyugdíjba vonulásoddal hatalmas, gazdag örökséget hagyál ránk. Sajnos mesés birodalmadat nem tudtuk megtartani. Más világot élünk, de az igazi örökséget, a Tőled tanult kítartást, szakmai tisztességet saját területünkön megtartottuk.

Büszke lehetsz ránk és mi hálásak vagyunk Neked, és nagyon örülök, hogy ezt három hónapja a születésnapünnepségen meg is mondhattuk Neked. Akkor még nem tudtuk, hogy találkozásunk búcsú volt.

Kedves Géza bátyám! Szervezd meg az égi 6-os osztályt! Csináljunk túlvilági térképet! Sok munkatársunk már odaát van és mi is jövünk! Találkozunk! Isten Veled Géza Bátyám!

Nagy Lajos



Vízkeleti Imre (1946–2006)

Lesújtott bennünket az a megrázó hír, hogy nagyra becsült kollegánk Vízkeleti Imre 2006. augusztus 27-én, életének 61. évében eltávozott közülünk.

Munkatársunk 2006. február 18. óta nyugdíjas volt, de a közszolgálati jogviszonya megszűnését már sajnos nem élhette meg.

Vízkeleti Imre 1946. február hó 18-án született Törökszentmiklóson. Középiskolai tanulmányait a szolnoki Vásárhelyi Pál Közgazdasági Technikumban végezte. Egy évig a törökszentmiklósi Malomipari Vállalatnál dolgozott, majd közel egy évig a törökszentmiklósi Városi Tanácsnál. Ezt követően a Debreceni Agrártudományi Főiskola nappali tagozatán agrármérnöki diplomát szerzett. A főiskola elvégzése után, 1968-tól a Besenyszögi Mezőgazdasági Termelőszövetkezetnél helyezkedett el növénytermesztési főágazatvezetői munkakörben. 1979-től hivatásos pártmunkásként az MSZMP megyei bizottságán a mezőgazdasággal és élelmiszeriparral foglalkozott gazdaságpolitikusként.

1990. február 1-jén került a Jász-Nagykun-Szolnok Megyei Földhivatalhoz, ahol a Földvédelmi Osztályt



vezette egészen nyugdíjazásáig. Feladatát nagy szakértelemmel látta el, a megye földvédelmi területén dolgozó munkatársai tisztelték, szerették.

Vízkeleti Imre több szervezetben végzett aktív munkát. Hosszú éveken át a Besenyszögi Vadásztársaság elnöke volt. Szerepet vállalt a COOP Rt. igazgatóságában, valamint az ÁFÉSZ és a Takarékszövetkezet igazgatósági tagja volt. E szervezetekben végzett munkájáért több kitüntetésben részesítették. Munkája mellett mindig jutott

ideje családjára, feleségére és két lányára.

Vízkeleti Imre rövid élete során mindig kiemelkedő szerepet vállalt. A nyugdíjazását követően is segített munkatársainak. Bármilyen szakmai segítséget kérünk tőle az első hívó szóra jött és átadta tapasztalatait. Ez év júniusában még munkatársai között volt az ingatlan-nyilvántartási ügyintézői vizsgabizottságban. Ekkor már kisebb bajokra panaszkodott, de súlyos betegségét előttünk is titokban tartotta. Meg sem fordult a fejünkben, hogy ez az utolsó találkozás, hiszen alig két hónap múlva elragadta őt a kegyetlen halál.

Halálhíre váratlanul ért bennünket. Hamvait lakóhelyén, a besenyszögi temetőben helyezték örök nyugalomba. Emlékét szeretettel megőrizzük.

Szabóné Tánzos Valéria