

AZ ELMÉLET ÉS A GYAKORLAT TALÁLKOZÁSA A TÉRINFORMATIKÁBAN III.

AZ ELMÉLET ÉS A GYAKORLAT TALÁLKOZÁSA A TÉRINFORMATIKÁBAN III.



A konferencia szponzorai és kiállítói



DEBRECEN 2012



**AZ ELMÉLET ÉS A GYAKORLAT TALÁLKOZÁSA
A TÉRINFORMATIKÁBAN
III.**



Szerkesztette:

Dr. Lóki József

ISBN: 978-963-318-218-5

Lektorálták:

**Dr. Csorba Péter, Dr. Detrekői Ákos, Kákonyi Gábor,
Dr. Kerényi Attila, Dr. Kozma Gábor, Pajna Sándor
Dr. Pázmányi Sándor, Dr. Szabó József, Dr. Szabó Szilárd,
Dr. Szabó György(BME), Dr. Szabó György(DE), Dr. Tóth Csaba**

A kötet a 2012. május 24–25 között Debrecenben megrendezett térinformatikai konferencia és szakkiállítás előadásait tartalmazza.

A konferenciát szervezte:

A Debreceni Egyetem Földtudományi Intézete,
az MTA Földrajzi Tudományos Bizottság Geoinformatikai Albizottsága,
az MTA DAB Környezettudományi Bizottsága,
a HUNAGI és az eKÖZIG Zrt.



Debreceni Egyetemi Kiadó
Debrecen University Press

Készült
Kapitális Nyomdaipari Kft.
Felelős vezető: Kapusi József
Debrecen
2012

TARTALOMJEGYZÉK

A konferencia résztvevőinek név- és címjegyzéke	7
Program	11
ELŐADÁSOK	
Agárdi Norbert: Programozással segített tematikus térképezés	19
Bakacsi Zsófia–Pásztor László–Laborczi Annamária–Sieglerné Matus Judit– Szabó József: Háromdimenziós talaj hidrofizikai adatbázis építés	27
Bakó Gábor: Modern optikai légi távérzékelési módszerek	35
Balatonyi László–Czigány Szabolcs–Pirkhoffer Ervin: Ultra-kisméretű víz- gyűjtők monitoring alapú árvízi modellezése	43
Bede-Fazekas Ákos: A Moesz-vonal jövőben várható elmozdulásának térin- formatikai modellezési lehetőségei	53
Berke József–Kozma-Bognár Veronika–Tomor Tamás: Entrópia alkalmazása a térinformatikában	61
Bódi Erika–Buday Tamás: Az adatsűrűség hatásának vizsgálata a modellfej- lődés és rentabilitás szempontjából két 3D közetvázmodell példáján	67
Bozó Pál–Gonda Cecília–Ambrusa Andrea–Burai Péter–Kiss Alida–Bekő László: Az INSPIRE irányelv bevezetése – hozzájárulás a környezetát- lapot értékeléshez	75
Brachmann Ferenc: Helyzet alapú szolgáltatások geolokalizációs információ- igényének klasszifikációja	81
Burai Péter–Lénárt Csaba–Ambrus Andrea–Enyedi Péter–Tomor Tamás : Nagy felbontású távérzékelte felvételek alkalmazása a precíziós mező- gazdaságban	89
Buró Botond–Tóth Csaba: Széleróziós adatbázis létrehozása a defláció elleni védekezéshez	95
Czúni László–Lipovits Ágnes–Seress Gábor: Képi adatok közvetlen elemzése térinformatikai alkalmazásokban – Az urbanizáció becslésének módja adatbányászati eszközökkel	103
Cservenák Róbert: ISMERTETŐ a „VÁROSGAZDA” Városüzemeltetési Integrált Térinformatikai Rendszerről	111
Deák Márton–Ónodi Zsolt–Mari László: Magyarországi falvak lehatárolása EO-1 – hiperspektrális űrfelvételek segítségével	119
Detrekői Ákos: Szükséges-e szabályozás a térinformatikában, s ha igen ho- gyan?	127
Dobai András–Holndonner Péter–Dobos Endre: Egy digitális talajtérképezési módszertan bemutatása meglévő adatbázisok felhasználásával egy vá- lasztott mintaterületen	135
Gyenyize Péter–Elekes Tibor–Nagyvárad László: A hazai nagyvárosok beépít- ett területének lakossági igények alapján való minősítése és annak problémái	143
Gyenyize Péter–Szebényi Anita–Nagyvárad László: Bátaszék beépített terüle- tének lakossági igények alapján való minősítése geoinformatikai mód- szerrel	151
Havasi István–Benő Dávid: Optimális klaszterszámra irányuló vizsgálatok –	

NDVI adatok alkalmazásával – modern statisztikai módszerekkel	159
Husi Géza–Kiss Bacsó László–Lóki József: Geotermikus energia hasznosítási lehetőségének térinformatikai feldolgozása Létavértes környékén	169
Jakobi Ákos: A japán térképi információs szolgáltatások használata magyar szemszögből	175
Karika Anita: Eltérő forrású felszínmodellek összehasonlító vizsgálata hazai települések mintáján	183
Kohán Balázs–Kern Zoltán: A felszíni csapadék stabil oxigénizotóp-összetételének becslése Magyarországon térinformatikai módszerekkel – előzetes eredmények	189
Kollányi László–Hanyecz Katalin: Arborétum adatok térinformatikai nyilvántartása	197
Koppányi Zoltán: GSM-alapú helymeghatározás	209
Kovács Ferenc: MODIS műholdkép alapú vegetáció-monitoring 2000–2011 között	223
Kovács Károly Zoltán–Holndonner Péter–Dr. Dobos Endre: Villámárvizek lefolyását befolyásoló tényezők térképezése	231
Krausz Niko–Szedlák Máté–Barsi Árpád: Kültéri RFID-mérések térinformatikai elemzése	237
Mecser Nikolett–Szabó Gergely: Eltérő módszerekkel generált felületmodellek pontosságának összehasonlító vizsgálata egy alföldi mintaterületen	245
Mészáros János: Vályi Béla vízrajzi térképei és geoinformatikai rendszerbe integrálásuk	253
Nagy Géza: Geotrade Kft. GNSS hálózata	259
Négyesi Gábor–Borsos Lajos–Orosz István Dávid: A Nyugati- és Délkeleti-Nyírség szélérozóiós szempontú összehasonlító vizsgálata	263
Ónodi Zsolt: Önkormányzati térinformatikai rendszerek adattartalmának alkalmazási lehetőségei a településföldrajzi kutatásokban	271
Óri Nóra–Blaskó Lajos–Czibalmos Róbert: A szerves és szervetlen formában jelenlévő nitrogén változásának vizsgálata a mikrodomborzat függvényében	279
Pálóczi Gábor–Pénzes János: Térinformatikai módszerek Debrecen autóbuszszal való elérhetőségének vizsgálatában	287
Pásztor László–Bakacsi Zsófia–Laborci Annamária–Szabó József: A Kreybig talajszelvény adatbázis térbeli kiterjesztése indikátor krigeléssel	295
Pázmányi Sándor–Földi Ferenc Norbert: Az eAGRO Geoinformációs Szaktanácsadási Rendszer fejlesztései	303
Pödör Andrea: Térinformatikai adatbázis építése városökológiai kutatáshoz	311
Radics Zsolt–Dorogi Zoltán Tamás: Településmorfológiai viszonyok területi korrelációjának vizsgálata Debrecen–Józsa településrészen	321
Rábay Andor: A DEM alapú GPS-es méréstervezés gyakorlati hatása a mérési pontosságra napjainkban	329
Riczu Péter–Mesterházi Péter Ákos–Fórián Tünde–Fehér Gábor–Bíró János–Tamás János: Mezőgazdasági erőgépek automatikus kormányzásának pontossági vizsgálata	337
Sándor Gábor–Szabó György: A nehézfém-tartalom és a területhasználat kap-	

csolatának vizsgálata Vásárosnamény talajaiban	345
Sárközi Boglárka–Barsi Árpád: Felszín alatti áramvonalak megjelenítése, elemzése MATLAB környezetben fejlesztett alkalmazással	353
Sik András: Keringőegység-adatok térinformatikai integrálása a Mars jeges lejtőformáinak vizsgálatához	365
Szabó Gergő: Algoritmus térbeli és időbeli elérhetőség vizsgálatára helyközi autóbuszos tömegközlekedési menetrendek alapján	373
Szabó György: Térbeliség a gyorsuló időben	381
Szabó József–Pirkó Béla– Szabóné Kele Gabriella–Havas Ádám– Podmaniczky László– Pásztor László–Dombos Miklós–Bakacsi Zsófia– László Péter–Koós Sándor–Laborczy Annamária–Vass-Meyndt Szilvia: Az Országos Környezeti Információs Rendszer (OKIR) talajdegradációs alrendszerének (TDR) kialakítása	389
Szabó Szilárd: Tájmetriai mutatók és foltalak	397
Szilágyi Gábor: A térinformatika szerepe a katonai Geoinformációs támogatás rendszerében	399
Tamás László: Az ipar által okozott tájhasználati konfliktusok és az ipari tájterhelés bemutatása térinformatikai módszerekkel	405
Tobak Zalán–Csendes Bálint–Henits László–van Leeuwen Boudewijn – Szatmári József–Mucsi László: Városi felszínek spektrális tulajdonságainak vizsgálata légifelvétel alapján	413
Tomor Tamás–Lénárt Csaba: Légi távérzékelési infrastruktúra kiépítése a Károly Róbert Főiskolán	421
Török Viktor: Lefolyási viszonyok modellezése ArcGIS 10 Desktop szoftverkörnyezetben	429
Varga Zsolt–Bíró János: Az Ecsedi láp területéről készült légifelvétel pontosságvizsgálata, geodéziai mérések alapján	437
Végh Tamás: A defláció és az eróziós völgyek kapcsolatának vizsgálata térinformatikai eszközökkel	443
Zichar Marianna: Fúziós táblák a számítási felhőben	451

POSZTEREK

Adorján Balázs: A debreceni Nagyerdő állapotváltozásainak vizsgálata távérzékelési és egyéb geoinformatikai módszerekkel	458
Bakó Gábor: Magyar fejlesztések az optikai távérzékelésben, az Interspect mérőkamera sorozat	459
Balázs Boglárka–Szűcs Gábor–Bakai Gergő–Lakatos Gyula–Kundrát János Tamás–Gyulai István: A térinformatika alkalmazása holtmedrek szukcessziójának vizsgálatában	460
Balla Dániel: A J 1.0 Topográfiai alkalmazás	461
Bertalan László: Tájmetria alapú változásvizsgálat a Felső-hegyközben	462
Gerges Anita- ifj. Kasó Attila: 3D arckép egy eltűnt ércbányáról – A Gyöngyösorszi mélysínt térinformatikai rekonstrukciója	463
Incze József–Novák Tibor József: Felhagyott szőlőteraszok állapotának térképezése távérzékelte adatok felhasználásával a tokaji Nagyhegyen	464
Kovács Zoltán – Lendvay Pál: Térinformatikai lehetőségek földtani és geofi-	466

zikai adattári anyagok digitális feldolgozásában	467
Kovács Zoltán–Bartók Ádám–Koczka Zsolt–Lelesz Magdolna–Pummer Tímea–Vincellér Dóra–Püspöki Zoltán–Lendvay Pál–Hámorné Vidó Mária: A hidasi-medence földtani rekonstrukciójának térinformatikai feldolgozása	468
Laborezi Annamária–Pásztor László–Bakacsi Zsófia–Matus Judit–Szabó József: Az INSPIRE elérte talajainkat; talajtérképi szolgáltatások INSPIRE tesztelésének tapasztalatai	469
Mészáros János–Kovács Béla–Zentai László: Személyzet nélküli légi rendszerek alkalmazási lehetőségei a távérzékelésben	470
Molnár Andrea: Növényfajták változásának vizsgálata távérzékeléses módszerekkel egy változatos morfológiájú mintaterületen	471
Négyesi Gábor–Borsos Lajos–Orosz István Dávid: Mezővédő fásítások felmérésének eredményei nyírségi mintaterületeken	472
Pretz Dániel: Kerékpáros túra-tervező webalkalmazás létrehozása ESRI ArcGIS 10 Server-környezetben	473
Somodi Zsófia: Öntéstartalajok mikroheterogenitásának vizsgálata a Felső-Tisza-vidéken	474
Szatmári József: Belvízi monitoring, menedzsment és kockázatértékelés a Délkelet-Alföldön és Észak-Szerbiában	475
Túri Marianna: A Sárrét hidrológiai vizsgálata	477
Varga Orsolya Gyöngyi: Tematikus túraútvonal kiépítése a Hortobágyon geoinformatikai eszközökkel	478
MELLÉKLETEK	481
CADINFORM	481
HUNGAROCAD	483
ESRI HUNGARY	486
FÖMI	487
KIÁLLÍTÓK	488
ESRI HUNGARY	488
FÖMI	488
HUNGAROCAD	488
GPSCOM	488

A konferencia résztvevőinek név- és címjegyzéke

Adorján Balázs	Debreceni Egyetem	atomado@freemail.hu
Agárdi Norbert	MTA FKI	anmap6@gmail.com
Ambrus Andrea	KRF	aambrus@karolyrobert.hu
Ádám Eszter	Érd MJVPH	adameszter@erd.hu
Bakacsi Zsófia	MTA TAKI	zsofi@rissac.hu
Bakó Gábor	Szent István Egyetem	bakogabor@interspect.hu
Balatonyi László	PTE	balatonyi.laszlo@gmail.com
Balázs Boglárka	Debreceni Egyetem	geo.bb@mailbox.hu
Balla Dániel	Debreceni Egyetem	athos04@freemail.hu
Barkóczy Zsolt	HUNAGI	zsbarkocz@vati.hu
Barsi Árpád	BME	barsi@eik.bme.hu
Bede-Fazekas Ákos	Budapesti Corvinus Egyetem	bfakos@gmail.com
Belényesi Márta	Szent István Egyetem	belenyesi.marta@kti.szie.hu
Benő Dávid	Miskolci Egyetem	gbmbd@uni-miskolc.hu
Berke József	Károly Róbert Főiskola	berke64@gmail.com
Bertalan László	Debreceni Egyetem	bertalanlaszlo.geo@gmail.com
Bódi Erika	Debreceni Egyetem	bodi.erika.geo@gmail.com
Bodnár Réka	Debreceni Egyetem	fyp444@gmail.com
Bozó Pál	Károly Róbert Főiskola	bopa46@gmail.com
Brachmann Ferenc	PTE	brachmann.ferenc@tk.pte.hu
Buday Tamás	Debreceni Egyetem	buday.tamas@science.unideb.hu
Burai Péter	KRF	pburai@karolyrobert.hu
Buró Botond	Debreceni Egyetem	bbotond86@gmail.com
Czúni László	Pannon Egyetem	czuni@almos.vein.hu
Csabainé Prunner Andrea	Szent István Egyetem	csabaine.prunner.andrea@kti.szie.hu
Cservenák Róbert	HungarCAD	cservenak.robert@hungarocad.hu
Csige Sándor	CADInform	Sandor.Csige@cadi.hu
Csorba Péter	Debreceni Egyetem	csorba.peter@science.unideb.hu
Deák Márton	ELTE	dmarton@elte.hu
Detrekői Ákos	BME	adetrekoi@mail.bme.hu
Dobai András	Miskolci Egyetem	andras.dobay@gmail.com
Enyedi Péter	Károly Róbert Főiskola	enyedipeti@gmail.com
Envirosense Hungary Kft.	Debrecen	info@envirosense.hu
Érsek Ákos	GPSCOM Kft.	ersek@gpscom.hu
Gyenizse Péter	PTE	gyenizse@gamma.ttk.pte.hu
Hajdu Sándor	BMKH	HajduS@nebih.gov.hu
Henits László	Szegedi Tudományegyetem	henits@geo.u-szeged.hu
Hóber Balázs	DigiTerra Kft.	hober.balazs@digiterra.hu
ifj. Kasó Attila	Rotaqua Kft.	ifjkasoattila@gmail.com
Incze József	Debreceni Egyetem	injocooo@hotmail.com
Jakobi Ákos	ELTE	soka@ludens.elte.hu
Karika Anita	Debreceni Egyetem	karika.anita@gmail.com
Katona Zoltán	FÖMI	karika.anita@gmail.com
Kákonyi Gábor	GeoIQ Kft.	kakonyi@geoiq.hu
Kerényi Attila	Debreceni Egyetem	kerenyi.attila@science.unideb.hu
Kéki Norbert	TIGÁZ-DSO Kft.	keki.norbert@tigaz.hu
Képes Attila	FÖMI	kepes.attila@fomi.hu
Kis Ágnes	ESRI	agnes.kis@esrihu.hu

Kiss Bacsó László	Debreceni Egyetem	lbacso@eng.unideb.hu
Kohán Balázs	ELTE	balazs.kohan@gmail.com
Kollányi László	BCE	laszlo.kollanyi@uni-corvinus.hu
Koppányi Zoltán	BME	zoltan.koppanyi@gmail.com
Kovács Ferenc	Szegedi Tudományegyetem	kovacsf@geo.u-szeged.hu
Kovács Károly Zoltán	MISKOLCI EGYETEM	ecocares@uni-miskolc.hu
Kovács Zoltán	Debreceni Egyetem	kovacszoli88.geo@gmail.com
Kovács Zsolt	TIGÁZ-DSO Kft.	kovacs.zsolt@tigaz.hu
Kozma Gábor	Debreceni Egyetem	kozma.gabor@science.unideb.hu
Krausz Nikol	BME	krausz@mail.bme.hu
Kristóf Dániel	FÖMI	kristof.daniel@fomi.hu
Laborczi Annamária	MTA ATK TAKI	laborczi@rissac.hu
Lénárt Csaba	KRF	cslenart@karolyrobert.hu
Lóki József	Debreceni Egyetem	loki.jozsef@science.unideb.hu
Mecser Nikoletta	Debreceni Egyetem	mecserniki@gmail.com
Medgyesi Péter	TIGÁZ-DSO Kft.	medgyesi.peter@tigaz.hu
Medveczky Péter	FÖMI	medveczky.peter@fomi.hu
Mészáros János	ELTE	messer@map.elte.hu
Miszori Krisztián	DigiTerra Kft.	miszori.krisztian@digiterra.hu
Molnár Andrea	Debreceni Egyetem	beegirs@gmail.com
Molnár Dániel	Szent István Egyetem	molnar.daniel@kti.szie.hu
Nagy Dóra	GPSCOM Kft	ersek@gpscom.hu
Nagy Géza	Geotrade B. Kft	geza.nagy@geotrade.hu
Nagyváradai László	PTE	nagyvarl@gamma.ttk.pte.hu
Négyesi Gábor	Debreceni Egyetem	gnegyesi@freemail.hu
Ónodi Zsolt	ELTE	onodi.zs@gmail.com
Óri Nóra	DE AGTC	orinora@agr.unideb.hu
Pajna Sándor	EKÖZIG	sandor.pajna@ekozig.hu
Pásztor László	MTA ATK TAKI	pasztor@rissac.hu
Pázmányi Sándor	EKÖZIG	sandor.pajmanyi@ekozig.hu
Pénzes János	Debreceni Egyetem	penzes.janos@science.unideb.hu
Pirkhoffer Ervin	Pécsi Tudományegyetem	pirkhoff@gamma.ttk.pte.hu
Pogrányi Károly	HungarCAD	pogranyi@hungarocad.hu
Polgár József	FÖMI	polgar.jozsef@fomi.hu
Pődör Andrea	NymE Geoinformatikai Kar	pa@geo.info.hu
Pretz Dániel	ELTE	prezdaniel@gmail.com
Rábay Andor	PTE	andorpp@gamma.ttk.pte.hu
Radics Zsolt	Debreceni Egyetem	radicszs@delfin.klte.hu
Riczu Péter	Debreceni Egyetem	riczu@agr.unideb.hu
Sándor Gábor	Debreceni Egyetem	sanyigabi7@gmail.com
Sárközi Boglárka	BME	sarkozi.boglarka@fmt.bme.hu
Sieglerné Matus Judit	MTA ATK TAKI	judit@rissac.hu
Sik András	ELTE	sikandras@gmail.com
Somodi Zsófia	Debreceni Egyetem	somodi.zsofi@gmail.com
Szabó Gergely	Debreceni Egyetem	szabo.gergely@science.unideb.hu
Szabó Gergő	PTE	szabogeo@gamma.ttk.pte.hu
Szabó György	BME	gyszabo@eik.bme.hu
Szabó György	Debreceni Egyetem	szabo.gyorgy@science.unideb.hu
Szabó József	MTA ATK TAKI	james@rissac.hu
Szabó József	Debreceni Egyetem	szabo.jozsef@science.unideb.hu

Szabó Szilárd	Debreceni Egyetem	szabo.szilard@science.unideb.hu
Szatmári József	Szegedi Tudományegyetem	szatmari@geo.u-szeged.hu
Szilágyi Gábor	NKE HHK KVI	szilagyi.gabor@uni-nke.hu
Tamás László	ELTE	lacku88@gmail.com
Tikász László	FÖMI	tikasz.laszlo@fomi.hu
Tobak Zsolt	Szegedi Tudományegyetem	tobak@geo.u-szeged.hu
Tokos Tamás	FÖMI	tokos.tamas@fomi.hu
Tomor Tamás	Károly Róbert Főiskola	tomor@karolyrobert.hu
Tóth Csaba	Debreceni Egyetem	toth.csaba@science.unideb.hu
Török Viktor	ELTE	torokviktor.elte@gmail.com
Turcsán Zsuzsa	FÖMI	turcsan.zsuzsa@fomi.hu
Túri Marianna	Debreceni Egyetem	marianna321@freemail.hu
Van Leeuwen Boudewijn	Szegedi Tudományegyetem	leeuwen@geo.u-szeged.hu
Váradai Attila	Leica Geosystems Hungary	varadi@leica-geosystems.hu
Varga Felicián	FÖMI	varga.felician@fomi.hu
Varga Orsolya Gyöngyi	Debreceni Egyetem	bambusz123@gmail.com
Varga Zsolt	Debreceni Egyetem	kvadrat@mail.datanet.hu
Végh Tamás	ELTE	veghtamas1982@gmail.com
Vízhányó József	ESRI	jozsef.vizhanyo@esrihu.hu
Zichar Marianna	Debreceni Egyetem	zichar.marianna@inf.unideb.hu

Program

2012. május 24

**REGISZTRÁCIÓ
8.00-TÓL DEBRECENI EGYETEM FŐÉPÜLET**

**10.30–10.45 MEGNYÍTÓ
AULA (FŐÉPÜLET II. EMELET)**

**PLENÁRIS ELŐADÁSOK
10.45–11.30**

**Barkóczy Zsolt
A HUNAGI lehetséges szerepvállalása a térinformatikai oktatás terén**

**Dr. Szabó György
Térbeli írásbeliség a gyorsuló időben**

11.30–12.00 SZAKKIÁLLÍTÁS MEGNYÍTÁSA, KIÁLLÍTÓK BEMUTATKOZÁSA

12.00–13.00 EBÉD (Nagyerdei Étterem – főépület mögött)

**SZEKCIÓÜLÉSEK
2012. május 24-én**

**1. szekció : *Adatkezelés és adatbázis építése a térinformatikában*
FŐÉPÜLET földszint I. terem**

**Moderátor:
Dr. habil Szabó Szilárd**

- 13.30–13.50 **Kovács Ferenc:** Nagy időfelbontású regionális vegetáció monitoring a klímaváltozás tükrében
- 13.50–14.10 **Bozó Pál-Gonda Cecília–Ambrus Andrea–Burai Péter:** Az INSPIRE irányelv bevezetése – hozzájárulás a környezet állapotának értékeléséhez
- 14.10–14.30 **Buró Botond–Tóth Csaba:** Széleróziós adatbázis létrehozása a defláció elleni védekezéshez
- 14.30–14.00 **Szabó József–Pirkó Béla–Szabóné Kele Gabriella–Havas Ádám–Podmaniczky László–Dombos Miklós–Pásztor László–Bakacsi Zsófia–László Péter–Koós Sándor–Laborczi Annamária–Vass-Meyndt Szilvia:** Az Országos Környezeti In-

- formációs Rendszer (OKIR) talajdegradációs alrendszerének (TDR) kialakítása
- 14.50–15.10 **Jakobi Ákos:** A japán térképi információs szolgáltatások használata magyar szemszögből

2. szekció : *Térinformatika és a környezetkímélő technológiák*
FŐÉPÜLET földszint II. terem

Moderátor:
Pajna Sándor

- 13.30–13.50 **Pázmányi Sándor – Földi Ferenc Norbert:** Az eAGRO Geoinformációs Szaktanácsadási Rendszer fejlesztései
- 13.50–14.10 **Kollányi László- Hanyecz Katalin:** Arborétum adatok térinformatikai nyilvántartása
- 14.10–14.30 **Óri Nóra–Blaskó Lajos–Czibalmos Róbert:** A szerves és szervetlen formában jelenlévő N változásának vizsgálata a mikrodomborzat függvényében
- 14.30–14.50 **Négyesi Gábor–Borsos Lajos–Orosz István Dávid:** A Nyugati- és Délkeleti-Nyírség széleróziós szempontú összehasonlító vizsgálata
- 14.50–15.10 **Riczu Péter–Mesterházi Péter Ákos–Fórián Tünde–Fehér Gábor–Bíró János–Tamás János:** Mezőgazdasági erőgépek automatikus kormányzásának pontossági vizsgálata

3. szekció : *Korszerű térinformatikai technológiák és módszerek*
FŐÉPÜLET földszint III. terem

Moderátor:
Kákonyi Gábor

- 13.30–13.50 **Hóber Balázs:** Újdonságok a Digiterra Explorerben
- 13.50–14.10 **Koppányi Zoltán–Lovas Tamás:** GSM-alapú helymeghatározás
- 14.10–14.30 **Enyedi Péter–Burai Péter–Lénárt Csaba–Tomor Tamás:** Nagy felbontású távérzékelte felvételek alkalmazása a precíziós mezőgazdaságban
- 14.30–14.50 **Bakó Gábor:** Modern optikai légi távérzékelési módszerek
- 14.50–15.10 **Kákonyi Gábor:** Nemzetközi térinformatikai trendek 2012-ben

4. szekció : *Térinformatika az oktatásban (PhD)*
FŐÉPÜLET földszint 5. (MULTIFUNKCIÓS) terem

Moderátor:
Dr. Tóth Csaba

- 13.30–13.50 **Nagy Géza:** Geotrade B. Kft GNSS hálózata
- 13.50–14.10 **Karika Anita:** Eltérő forrású felszínmodellek összehasonlító vizsgálata hazai települések mintáján

- 14.10–14.30 **Mecser Nikoletta–Szabó Gergely**: Eltérő módszerekkel generált felületmodellek pontosságának összehasonlító vizsgálata egy alföldi mintaterületen
- 14.30–14.50 **Sárközi Boglárka–Barsi Árpád**: Ivóvízbázis-védelem térinformatikai támogatása
- 14.50–15.10 **Szabó Gergő**: Algoritmus térbeli és időbeli elérhetőség vizsgálatára helyközi autóbusszos tömegközlekedési menetrendek alapján

15.20-15.40 Büfé , Főépület földszint Díszudvar

15.40-16.30 I. Poszterszekció Főépület földszint Díszudvar

Moderátor:

Dr. Szabó Gergely

- Adorján Balázs**: A debreceni Nagyerdő állapotváltozásainak vizsgálata távérzékelési és egyéb geoinformatikai módszerekkel
- Bakó Gábor**: Magyar fejlesztések az optikai távérzékelésben, az Interspect mérőkamera sorozat
- Balázs Boglárka–Szűcs Gábor–Bakai Gergő–Lakatos Gyula–Kundrát János Tamás–Gyulai István**: A térinformatika alkalmazása holtmedrek szukcessziójának vizsgálatában
- Balla Dániel**: A J 1.0 Topográfiai alkalmazás
- Bertalan László**: Tájmetria alapú változásvizsgálat a Felső-Hegyközben
- Gerges Anita – ifj. Kasó Attila**: 3D Arckép – Az 1980-as évek Gyöngyösorszi mélyszint érckutatásának rekonstrukciója
- Incze József – Novák Tibor József**: Felhagyott szőlőteraszok állapotának térképezése távérzékelte adatok felhasználásával a tokaji Nagyhegyen
- Kovács Zoltán**: Térinformatikai lehetőségek földtani és geofizikai adattári anyagok digitális feldolgozásában
- Kovács Zoltán – Bartók Ádám – Koczka Zsolt – Lelesz Magdolna – Pummer Tímea – Vincellér Dóra – Püspöki Zoltán – Lendvay Pál – Hámorné Vidó Mária**: A hidasi-medence földtani rekonstrukciójának térinformatikai feldolgozása

5. szekció : *Térinformatika a táj- és környezetvédelemben*

FŐÉPÜLET földszint I. terem

Moderátor:

Prof. Dr. Csorba Péter

- 16.40–17.00 **Szabó Szilárd**: Tájmetriai mutatók és foltalak
- 17.00–17.20 **Pődör Andrea**: Térinformatikai adatbázis tervezése városökológiai kutatáshoz
- 17.20–17.40 **Kovács Károly Zoltán–Holndonner Péter–Dobos Endre**: Valós és modellezett villámárvízi esemény összehasonlítása

- 17.40–18.00 **Balatonyi László–Czigány Szabolcs–Pirkhoffer Ervin:** Ultra-kisméretű vízgyűjtők monitoring alapú árvízi modellezése
- 18.00–18.20 **Berke József–Kozma-Bognár Veronika–Tomor Tamás:** Entrópia alkalmazása a térinformatikában
- 18.20–18.40 **Kristóf Dániel–Képes Attila:** Adatbázis alapú megoldások és térinformatikai szolgáltatások a FÖMI Térinformatikai Igazgatóságán

6. szekció : *Térinformatika önkormányzati alkalmazásai*
FŐÉPÜLET földszint II. terem

Moderátor:

Dr. Pázmányi Sándor

- 16.40–17.00 **Tobak Zalán–Van Leeuwen Boudewijn–Csendes Bálint–Henits László–Szatmári József:** Városi felszínek spektrális tulajdonságainak elemzése légifelvételek alapján
- 17.00–17.20 **Ónodi Zsolt:** Önkormányzati térinformatika rendszerek adattartalmának alkalmazási lehetőségei a településföldrajzi kutatásokban
- 17.20–17.40 **Cservenák Róbert:** ISMERTETŐ a „VÁROSGAZDA” Városüzemeltetési Integrált Térinformatikai Rendszerről
- 17.40–18.00 **Miszori Krisztián:** Modern temető nyilvántartás a gyakorlatban
- 18.00–18.20 **Gyenyizse Péter–Elekes Tibor–Nagyvárad László:** A hazai nagyvárosok beépített területének lakossági igények alapján való minősítése és annak problémái
- 18.20–18.40 **Husi Géza–Kis Bacsó László–Lóki József:** Geotermikus energia hasznosítási lehetőségének térinformatikai feldolgozása Lé-tavértes környékén

7. szekció : *Térinformatika talajtani alkalmazásai*
FŐÉPÜLET földszint III. terem

Moderátor:

Prof. Dr. Kerényi Attila

- 16.40–17.00 **Bakacsi Zsófia–Pásztor László–Laborczi Annamária–Matus Judit–Szabó József:** Háromdimenziós talaj hidrofizikai adatbázis építés
- 17.00–17.20 **Dobai András:** Digitális talajtérképezés egy módszertanának bemutatása távérzékelési és talajtani adatbázisok felhasználásával, egy választott mintaterületen
- 17.20–17.40 **Pásztor László–Bakacsi Zsófia–Laborczi Annamária–Matus Judit–Szabó József:** A Kreybig talajszelvény adatbázis térbeli kiterjesztése indikátor krigeléssel
- 17.40–18.00 **Havasi István–Benő Dávid:** Optimális klaszterszámra irányuló vizsgálatok - NDVI adatok alkalmazásával - modern statisztikai módszerekkel

- 18.00–18.20 **Varga Zsolt–Bíró János**: Ecsedi láp területéről készült légi felvétel pontosságvizsgálata, geodéziai mérések alapján
- 18.20–18.40 **Sándor Gábor–Szabó György**: A nehézfém tartalom és a területhasználat kapcsolatának vizsgálata Vásárosnamény talajaiban

**8. szekció : Térinformatikai adatinfrastruktúra, adatgazdálkodás
FŐÉPÜLET földszint 5. (MULTIFUNKCIÓS) terem**

**Moderátor:
Prof. Dr. Szabó József**

- 16.40–17.00 **Sik András**: Keringőegység-adatok térinformatikai integrálása a Mars jeges lejtőformáinak vizsgálatához
- 17.00–17.20 **Tomor Tamás–Lénárt Csaba**: Légi távérzékelési infrastruktúra kiépítése a Károly Róbert Főiskolán
- 17.20–17.40 **Vízhányó József**: Mobil GIS fejlesztések ESRI technológiai alapokon
- 17.40–18.00 **Szilágyi Gábor**: A térinformatika szerepe a katonai Geoinformációs támogatás rendszerében
- 18.00–18.20 **Krausz Nikol–Barsi Árpád**: Kültéri RFID-mérések térinformatikai elemzése
- 18.20–18.40 **Érsek Ákos**: A legújabb ASHTEC térinformatikai és geodéziai adatgyűjtési megoldások

19.00-21.00 Állófogadás, Főépület II. emelet (kerengő)

2012. május 25.-én

**9. szekció : Térinformatika az oktatásban (hallgatók)
FŐÉPÜLET földszint I. terem**

**Moderátor:
Dr.habil Szabó György (DE)**

- 8.30–8.50 **Rábay Andor**: A DEM alapú GPS-es méréstervezés gyakorlati hatása a mérési pontosságra napjainkban -
- 8.50–9.10 **Rábay Andor**: GPS alapú térképezés és web mapping, mint komplex térinformatikai tananyag
- 9.10–9.30 **Tamás László**: Ipari eredetű tájterhelések térinformatikai megközelítése
- 9.30–9.50 **Török Viktor**: Lefolyási viszonyok modellezése ArcGIS 10 Desktop szoftverkörnyezetben
- 9.50–10.10 **Végh Tamás**: A defláció és az eróziós völgyek kapcsolatának vizsgálata térinformatikai eszközökkel

10. szekció : *Korszerű térinformatikai technológiák és módszerek*

FŐÉPÜLET földszint II. terem

Moderátor:

Prof. Dr. Detrekői Ákos

- 8.30–8.50 **Zichar Marianna:** Fúziós táblák a számítási felhőben
- 8.50–9.10 **Mészáros János:** Vályi Béla vízrajzi térképei és geoinformatikai rendszerbe integrálásuk
- 9.10–9.30 **Agárdi Norbert Zolt:** Programozással segített tematikus térképezés
- 9.30–9.50 **Czúni László–Lipovits Ágnes:** Képi adatok közvetlen elemzése térinformatikai alkalmazásokban
- 9.50–10.10 **Detrekői Ákos:** Milyen szabályozás szükséges és lehetséges a térinformatikában?

11. szekció : *Térinformatikai módszerek a települések és területek minősítésénél*

FŐÉPÜLET földszint III. terem

Moderátor:

Dr. Kozma Gábor

- 8.30–8.50 **Radics Zsolt–Dorogi Zoltán Tamás:** Települmorfológiai viszonyok területi korrelációjának vizsgálata Debrecen-Józsa településrészén
- 8.50–9.10 **Gyenzse Péter–Szebényi Anita–Nagyvárad László:** Bátaszék beépített területének lakossági igények alapján való minősítése geoinformatikai módszerrel
- 9.10–9.30 **Deák Márton–Ónodi Zsolt–Mari László:** Magyarországi falvak lehatárolása EO-1 – hiperspektrális űrfelvételek segítségével
- 9.30–9.50 **Pálóczy Gábor–Pénzes János:** Térinformatikai módszerek a Hajdú-Bihar megyei központok autóbusszal való elérésének dinamikai vizsgálatában

12. szekció : *Korszerű térinformatikai technológiák és módszerek*

FŐÉPÜLET földszint 5. (MULTIFUNKCIÓS) terem

Moderátor:

Dr. habil Szabó György (BME)

- 8.30–8.50 **Kohán Balázs–Kern Zoltán:** Stabilizotóp-koncentrációadatok térbeli interpolációjának összehasonlító vizsgálata
- 8.50–9.10 **Katona Zoltán–Polgár József:** A magyarországi szőlőtermőhelyi kataszter; GIS, ágazatirányítás, területfejlesztés

- 9.10–9.30 **Bódi Erika–Buday Tamás:** Az adatsűrűség hatásának vizsgálata a modellfejlődés és rentabilitás szempontjából két 3D közetvázmodell példáján
- 9.30–9.50 **Bede–Fazekas Ákos:** A Moesz-vonal jövőben várható elmozdulásának térinformatikai modellezési lehetőségei
- 9.50–10.10 **Brachmann Ferenc:** Helyzetalapú szolgáltatások: a beltéri pozíció-adatok felhasználása adatbányászati eszközökkel

10.20–10.35 **Büfé** Főépület földszint Díszudvar

10.35-11.25 II. Poszterszekció Főépület földszint Díszudvar

Moderátor:

Dr. Szabó Gergely

- Katona Zoltán–Polgár József:** A magyarországi szőlőtermőhelyi kataszter szakigazgatási célú korrekciója
- Laborczi Annamária–Pásztor László–Bakacsi Zsófia–Matus Judit–Szabó József:** Az INSPIRE elérte talajainkat; talajtérképi szolgáltatások INSPIRE tesztelésének tapasztalatai
- Mészáros János–Kovács Béla–Zentai László:** Személyzet nélküli légi rendszerek alkalmazási lehetőségei a távérzékelésben
- Molnár Andrea:** Növényfajták változásának vizsgálata távérzékeléses módszerekkel egy változatos morfológiájú mintaterületen
- Négyesi Gábor–Borsos Lajos–Orosz István Dávid:** A Nyugati- és Délkeleti-Nyírség mezővédő erdősávrendszereinek felmérése különböző időpontokban készült térképeken
- Pretz Dániel:** Kerékpáros túra-tervező webalkalmazás létrehozása ESRI ArcGIS 10 Server-környezetben
- Somodi Zsófia:** Öntéstalajok mikroheterogenitásának vizsgálata a Felső-Tisza-vidéken
- Szatmári József:** Belvízi monitoring, menedzsment és kockázatelemzés - IPA HUSRB Fejlesztési program bemutatása
- Túri Marianna:** A Sárrét hidrológiai vizsgálata
- Varga Orsolya Gyöngyi:** GPS túraútvonalak kialakítása a Hortobágyon

11.25–12.30 Szakmai tanácskozás a kiállítókkal

Főépület földszint Díszudvar

12.30–13.45 EBÉD (Nagyerdei Étterem – főépület mögött)

14.00–15.00 FÓRUM – Konferenciázáró értékelés

Főépület földszint III. terem

Programozással segített tematikus térképezés

Agárdi Norbert¹

¹ tudományos segédmunkatárs, MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, anmap6@gmail.com;
(doktorandusz, ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék)

Abstract: The designing of thematic maps have changed dramatically with the appearance of geoinformatics. The technological environment has been completely modernized. We can create a thematic map faster, but we often can not reach the visualization level that traditional cartography could perform. GIS programs are yet to be supplemented with time-consuming graphic features. This fact is demonstrated by the description of dot spreading thematic method and creation of Cholnoky's thematical method in this article, which highlights improvement and development potentials in GIS with programming.

Bevezetés

A geoinformatika megjelenése komoly változást hozott a tematikus kartográfiában. Jelentősen meggyorsult a tematikus térképek elkészítése a tér és adat összekapcsolásának hatékony megoldása révén. Ráadásul az elmúlt években a geoinformatikai programok számos szempontból sokat fejlődtek, elősegítve a minél sokoldalúbb tematikus térképek készítését.

Ezeknek ellenére az átlagos geoinformatikai szoftverek által felkínált tematikus módszerek választéka elmarad a térképszerkesztésnél ismert módszerek sokszínűségétől, és ezek között is találunk olyat (pl.: pontszórás), amely jelentősen eltér a hagyományos kartográfiában megszokott megjelenési képtől. Emellett a nyomdai úton sokszorosított térképek végső grafikai megjelenítéséhez sem mindig eléggé fölkészültek ezen szoftverek.

Ezeknek tükrében, cikkemben két feladatra keresek megoldást programozás segítségével, mégpedig egy, a GIS szoftverek által felkínált tematikus módszer megjavítására, és egy új tematikus módszer automatizálására. Példaként a hagyományos kartográfiai pontszórást, majd Cholnoky Jenő 1910-es néprajzi térképén alkalmazott tematikus módszert veszem vizsgálat alá.

A munkafolyamat

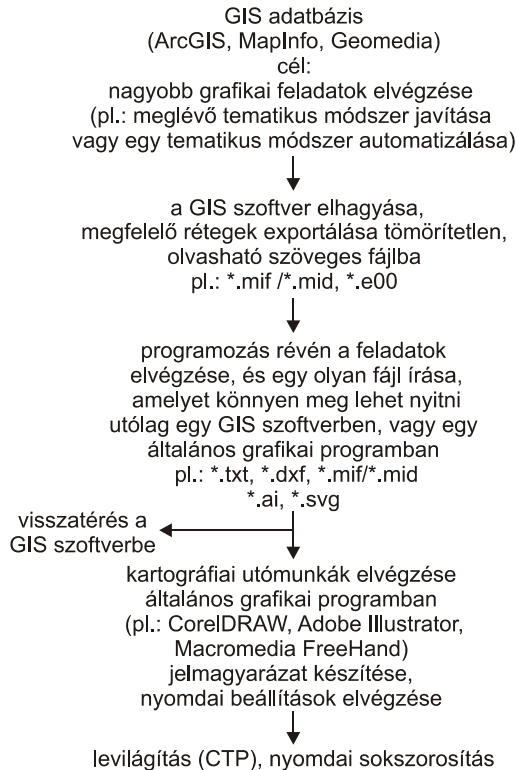
Egyrészt, a mindennapi használatból egyre inkább kiszorulnak az igényesen megszerkesztett térképek, főleg az internet követel gyorsan áttekinthető, egyszerű, mondhatnánk primitív ábrákat (PÁPAY GY. 2011). Úgy tűnik, hogy a térképfelhasználók egy jelentős részének igényeit képesek ezek kielégíteni (ELEK I. 2010). Másrészt csak a fejlettebb, drágább GIS szoftverek tartalmaznak olyan széleskörű térképszerkesztési lehetőségeket, amelyek megközelítik egy kartográfus igényeit. Így egy közepes képességű

geoinformatikai program számos előnyös tulajdonsága mellett, hátrányokkal is bír egy általános grafikai szoftverrel szemben. A legfontosabbak ezek közül:

- szűk keretek közé vannak szorítva az ábrázolási módszerek (PÁPAY GY. 2011);
- kevés GIS szoftver ismeri a Bézier-görbét, nehéz egyes grafikai elemek, pl.: határband készítése;
- a geoinformatikai programok mostohán kezelik a névrajzot (pl.: nem lehet a neveket ívre illeszteni, a betűket arányosan elosztani, sok térképen sajnos névrajzi elemek még érintkeznek is egymással);
- a térképen kívüli tartalom megjelenítési (keret, jelmagyarázat) lehetőségei eléggé kezdetlegesek (sokszor ezeknek a túlzott egyszerűsége is ront a térkép kinézetén);
- alacsony a nyomdai előkészítésre való felkészültség (ezért a nyomdai sokszorosításra alkalmas térkép létrehozása, amely a kartográfiai követelményeknek is megfelel sokszor nehéz).

Összegezve, egy geoinformatikai programmal elkészített térkép számos kartográfiai hiányosságot tartalmazhat, főleg ha a weben publikált térképeket vesszük figyelembe. Ezért célszerű a tematikus térképek szerkesztésénél nemcsak a geoinformatikai, hanem az általános grafikai programok előnyeit is kihasználni.

A célom az, hogy a kész térkép egy általános grafikai programban jelenjen meg, ahol a szükséges grafikai kiigazításokat, és nyomdai beállításokat végre lehet hajtani (természetesen csak a geoinformatikai feldolgozás elvégzése után). Ehhez elsősorban szükséges a geoinformatikai és az általános grafikai programok közötti hatékony adatátvitel véghezvitele. Ennek megoldása révén, a folyamat során számos olyan gyakorlati feladat megoldható programozás segítségével, amelyeket az említett szoftverek nem tudnak automatikusan elvégezni. A cikkemben tárgyalandó két probléma megoldásánál is ezt a lehetőséget használom ki. Hasonló gondolatmenetet követek, mint amelyet Pápay professzor úr vázolt fel magyarországi akadémiai székfoglalóján, amely szerint bizonyos kartográfiai problémák megoldásához több szoftver komplex alkalmazása és programozási ismeretek szükségesek (PÁPAY GY. 2011). Összefoglalásként az 1. ábrában mutatom be a javasolt folyamatot.



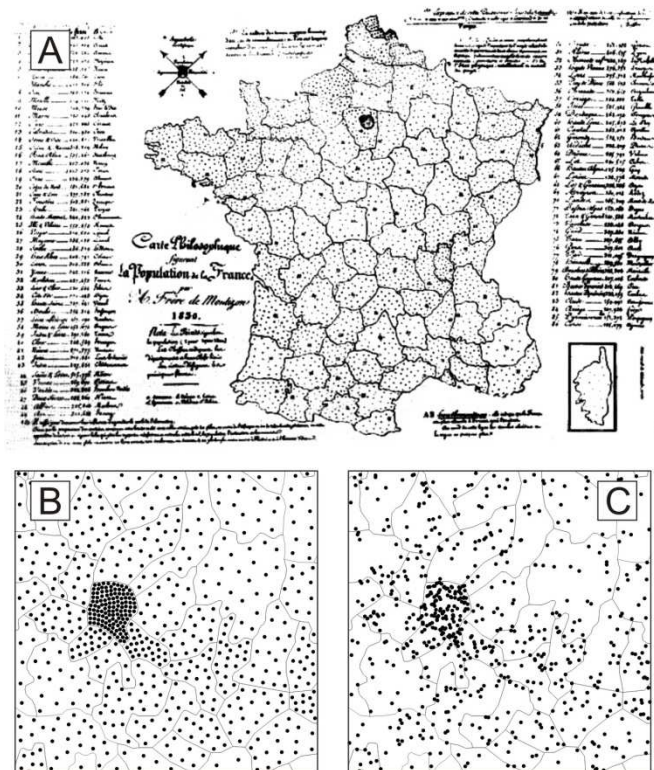
1. ábra A javasolt munkafolyamat

Első feladat: a pontszórásos tematikus módszer megjavítása

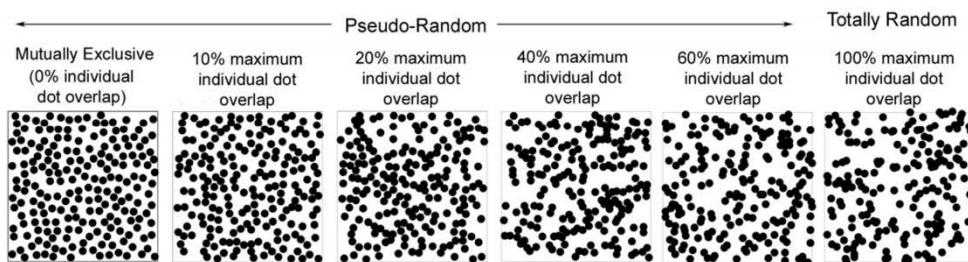
Elsőként a GIS szoftverek által felkínált pontszórással foglalkozom. Az egyik legtöbb időt igénybevevő munka a pontszórásos tematikus térképek szerkesztése volt a tradicionális kartográfiában. A módszer lényege a térbeli eloszlás szemléletes bemutatása, de ügyelni kell arra, hogy a legsűrűbb részekben se olvadjanak össze a pontok, elméletileg leszámolhatók legyenek (KLINGHAMMER I.–PAPP-VÁRY Á. 1997; PAPP-VÁRY Á. 2007). A pontszórás nehézsége a pontok eloszlásában rejlik. Rendezett képet kell mutatniuk, de nem szabad, hogy egy szabályos mintázat képét adják. A geoinformatikai programok hiányossága ezen alapelvek figyelmen kívül hagyásában rejlik, így a GIS szoftverben készült pontszórás grafikai képe elmarad a hagyományosétól (2. ábra).

A GIS szoftverek pontszórását könnyű összefoglalni. A kiindulási alap minden esetben lehatárolt területek (poligonok), amelyekhez tartozik egy kiszámolt pontszám. A pontszórás folyamatát a GIS szoftverek véletlenszerű (random) szórással végzik (ESRI, MapInfo, Indiemapper weboldala),

ezt látjuk a GeospatialPython weboldalán közzétett forráskódban is. Előnye a gyorsaságában mutatkozik, viszont hátránya az, hogy megengedi a pontok átfedését egymással rontva a grafikus megjelenést, ezt igazolja a 3. ábra (KIMERLING J. 2008).



2. ábra Pontszórás régen és most, A: Az első pontszórásos térkép: Carte philosophique figurant la population de la France (1830), B: Egy hagyományos pontszórásos térkép, C: Pontszórás GIS szoftverrel



3. ábra Pontok átfedésének megengedése (KIMERLING J. 2008)

A felvetés jól mutatja, hogy szükséges a GIS programok által felkínált pontszórás javításával foglalkozni (ezt alátámasztja az is, hogy hagyományos

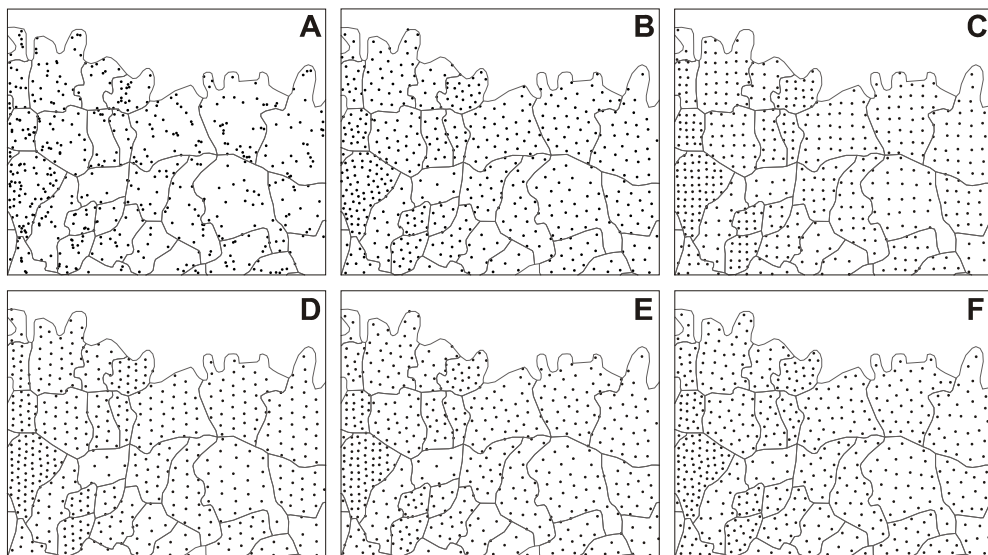
pontszórást követő tematikus térkép egyre kevesebb jelenik meg manapság), amelyet igazolnak például a Thematic Cartography and Geographic Visualization (SLOCUM T. 2005) című könyvben és Martin Davis Lin.earth.inking internetes blogján felvetett javítási ötletek is (DAVIS M. 2010).

A kartográfiai hű pontszórás automatizált előállítására egy jó megoldás az 1. ábrában felvázolt folyamat követése. Ezt használom ki most is, hogy a munka menete közben, lehetőség kínálkozik programozás segítségével nagyobb grafikai feladatok elvégzésére.

Egy geoinformatikai program által készülő pontszórást egyszerűbb algoritmussal is szemléltetni lehet, ezzel szemben a hagyományos, szép megjelenítésű pontszórás automatikus előállítása bonyolultabb. A GIS szoftverek által alkalmazott véletlenszerű pontszórást egy mintázatot kirajzoló függvény segítségével történő szórásra cserélem (AGÁRDI N. 2011). Ezt egy script megírásával végzem, ahol az elsődleges eredmény a pontszórás pontjainak középpontjának x, y koordinátája. Ezeket a térkép véső megjelenítésének megfelelően egy olvasható fájlba íratom ki, például, ha GIS programban kívánok visszatérni, akkor: .txt, .dxf, .mif/.mid-be, ha általános grafikai programban folytatom a munkát, akkor: .ai, .svg-be, ha webes publikálás a cél, akkor: .svg-be. Ezen fájlok strukturális leírása a weben megtalálható (AI file format specification, 1998; DXF file format specification, 2008; SVG file format specification, 2011). A hagyományos pontszórás minél jobb megközelítéséhez többfajta mintázatot, és azok kombinációját próbáltam ki (4. ábra). Az eredmények biztatóak, és a hibák könnyen kijavíthatók, kihasználva azt az előnyt, hogy a kapott állományt a célnak megfelelően egy általános grafikai programmal is meg tudom nyitni.

Második feladat: Cholnoky tematikus módszerének automatizálása

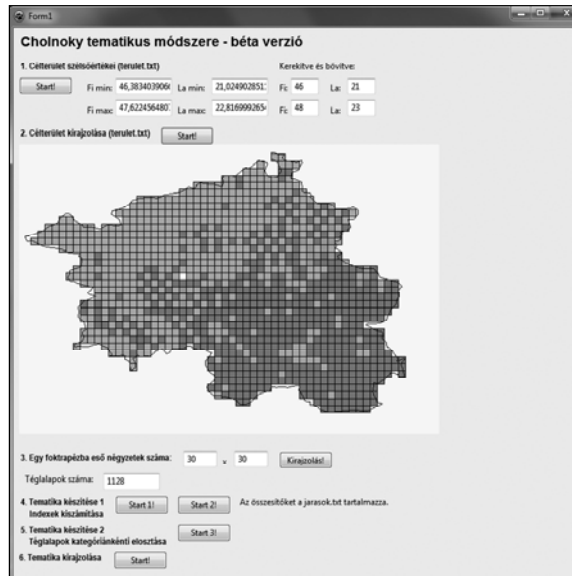
A tematikus térképezés szorosan összekapcsolódik a geoinformatikával, így egy tematikus térkép elkészítését sok esetben a GIS szoftver képességei szabják meg. A térképszerkesztő azon módszerek közül választ, amelyet az adott program felkínál, ennek következtében kiszorulnak a gyakorlatból olyan módszerek, amelyek nem szerepelnek a GIS szoftverek repertoárjában, vagy egyes esetekben olyan megoldás születik, amely ellentmond a kartográfiai hagyományoknak.



4. ábra A: GIS szoftver által készített pontszórás, B–E: pontszórás különböző mintázatok és kombinációjuk alapján, F: E ábra kézi javítása

A magyar tematikus kartográfia komoly múltra tekint vissza. A tematikus módszerek gazdagsága és sokszínűsége nyomon követhető térképeinken, ezt szemlélteti Jeney János webes etnikai térképgyűjteménye is (JENEY J. 2011). A mai kartográfiában viszont az egyedi tematikus módszereket tartalmazó térképek száma csökken, amely következménye annak is, hogy a GIS szoftverek által felkínált tematikus módszerek behatároltak. Érdemes foglalkozni nem csak ezen tematikus módszerekkel, mert sok, napjainkban feledésbe merülő megoldás, szebb és jobb vizuális képet nyújt esetenként. Általánosságban az egyedi tematikus módszerek az elkészítésük időigényessége miatt kerülnek háttérbe, de ha ezeket sikerül teljesen vagy részben automatizálni, akkor újból gyakrabban megjelenhetnek a térképeken.

Példaként Cholnoky Jenő 1900-as néprajzi térképén alkalmazott tematikus módszerével foglalkozom. A módszer lényege az, hogy az ábrázolt terület apró kis trapézokra osztjuk fel a fokhálózat alapján, ezeket pedig a statisztikai adatok és a közigazgatási határok figyelembevételével színezzük ki (CHOLNOKY J. 1906). A módszer teljesen automatizálható, amelyet szintén az 1. ábrát követve vittem véghez. A tematikát egy megírt programmal rajzoltatom ki, amelynek kimenetele egy olyan fájl, amely tovább felhasználható a célnak megfelelő programban. A kis téglalapok kirajzolása a fokhálózat alapján és az adott nemzetiségre történő kiszínezést algoritmusok végzik. Bemutatásként Bihar vármegyére készítettem el a kirajzolást négyzetes hengervetületben (5. ábra).



5. ábra Cholnoky tematikus módszerét kirajzoló alkalmazás

Az eredményt jó közelítésnek értékelem, de fejlesztésre szorul még, viszont jó alapot biztosít ahhoz, hogy további módszerek automatizálását kipróbáljam a felvázolt gondolatmenettel.

Összefoglalás:

A sokkal több időt igénybevevő bonyolultabb grafikai megoldások, egyedi tematikus módszerek kialakítása a geoinformatikai programoknál véleményem szerint még mindig várat magára, amelyet igazolnak a cikkemben felhozott példák is. Egyben fontos megjegyezni, hogy vannak olyan módszerek, amelyeknek teljes automatizálása nem lehetséges.

Cikkemben felvázoltam egy munkafolyamatot, amelyet követve kísérletet tettem a hagyományos kartográfiai pontszórás és Cholnoky térképén alkalmazott tematikus módszer automatizálására. Ezeknek tükrében, érdemes a geoinformatika adta lehetőségeken javítani, néhány esetben pedig tovább lépni, és példát venni régi térképeink ábrázolási sokszínűségéből.

Irodalom

- AGÁRDIN. (2011): Geoinformatikai problémák térképész szemmel, Térinformatikai konferencia és szakkiállítás konferencia kiadványa, Debrecen, pp. 151–157.
- CHOLNOKY J. (1906): Magyarország néprajzi térképe, Földrajzi közlemények, XXXIV. kötet 6. füzet, pp. 230–231.
- DAVIS, M. (2010): More Random Points in JTS (Lin.ear th.inking blog)
http://lin-ear-th-inking.blogspot.com/2010_05_01_archive.html
- ELEK I. (2010): A térinformatika fejlődéséről, Geodézia és Kartográfia, 62. évfolyam, 3. szám, pp.: 42–44
<http://www.fomi.hu/honlap/magyar/szaklap/2010/03/9.pdf>
- JENEY J. (2011): Magyar néprajzi térképek, weboldal
<http://lazarus.elte.hu/demogmap/>
- KIMERLING, J. (2008): Dotting the Dot Map, California, Prezentáció
http://downloads2.esri.com/MappingCenter2007/resources/presentations/Kimerling_2008_UR_Colloquium.pdf
- KLINGHAMMER I.–PAPP-VÁRY Á. (1997): Tematikus kartográfia, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
- PÁPAY GY. (2011): Újszerű koncepciók a gyakorlati és az elméleti kartográfiában, akadémiai székfoglaló előadás
<http://lazarus.elte.hu/hun/tantort/2011/2011-04-21-papay-szekfoglalo/szekfoglalo>
- PAPP-VÁRY Á. (2007): Térképtudomány, Kossuth Kiadó, Budapest, pp. 340–341.
- SLOCUM, T. [SZ.] (2005): Thematic cartography and geographic visualization, második kiadás, pp. 334.

Fájlformátum leírások:

- Adobe Illustrator (Ai) file format specification (1998)
<http://partners.adobe.com/public/developer/en/illustrator/sdk/AI7FileFormat.pdf>
- Drawing Exchange Format (DXF) file format specification (2007)
http://images.autodesk.com/adsk/files/acad_dxf0.pdf
- Scalable Vector Graphics (SVG) file format specification (2011)
<http://www.w3.org/TR/SVG/>

GIS szoftverek pontszórása:

- ArcMap - <http://blogs.esri.com/Support/blogs/mappingcenter/archive/2008/04/24/dot-density-mapping.aspx>
- MapInfo - http://www.kxcad.net/MapInfo/MapInfo_Professional/MapInfow-19-12.html
- Indiemapper - <http://andywoodruff.com/blog/indiemapper-is-here/>
- GeospatialPython - <http://geospatialpython.com/2010/12/dot-density-maps-with-python-and-ogr.html>

Háromdimenziós talaj hidrofizikai adatbázis építés

Bakacsi Zsófia¹ – Pásztor László² – Laborczi Annamária³ –
Sieglerné Matus Judit⁴ – Szabó József⁵

¹ tudományos főmunkatárs, MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet, bakacsi.zsofia@agr.ar.mta.hu;

² tudományos főmunkatárs, MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet, pasztor.laszlo@agr.ar.mta.hu;

³ tudományos segédmunkatárs, MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet, laborczi.annamaria@agr.ar.mta.hu;

⁴ technikai munkatárs, MTA ATK TAKI, sieglerne.matus.judit@agr.ar.mta.hu;

⁵ tudományos főmunkatárs, MTA ATK TAKI, szabo.jozsef@agr.ar.mta.hu

Abstract: Hydrological model has been developed for flood risk analysis, demanding the spatial distribution of soil physical properties, in the frame of the WateRisk Project (2009-2011). For pilot areas 3D, regional scale, spatial datasets has been elaborated, based on the thematic harmonization, horizontal and vertical fitting and interpolation of soil physical parameters originating two different databases. The profile dataset of the Digital Kreybig Soil Information System is owned by the Institute for Soil Sciences and Agricultural Chemistry, Centre for Agricultural Research, Hungarian Academy of Sciences. The Shallow Boring Database is managed by the Hungarian Geological Institute. The resultant databases describe the physical properties by texture classes of each of the soil layers (10 cm steps till 1 m depth) and geological formations (50 cm steps below 1 m) down to the ground water table depth.

Bevezetés

A WateRisk project keretében kifejlesztett, az árvízi kockázat elemzéséhez használt hidrológiai modell működtetéséhez szükséges a talaj hidrofizikai tulajdonságainak részletes, nagy területi kiterjedésű, háromdimenziós leírása. A modellezési mintaterületekre a TAKI Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszere (DKTIR) és a MÁFI Sekélyfúrási Adatbázis adatainak tematikus harmonizációjával, térbeli illesztésével és kiterjesztésével létrehoztunk egy szabályos, 1 ha-os felbontású, a felszínközélen 10 cm-es, 1 méter alatt 50 cm-es rétegekre bontott, 3D talajfizikai adatbázist.

Az adatbázis attribútum tábla tartalmazza az egyes rácselemek egyedi azonosítóit és a rácselemekhez tartozó különböző képződmények talajtani nevezéktannak megfelelően leírt kifejlődési típusait (FAO textúra osztályokat), az állandóan vízzel telített zóna felső szintjéig. A modellezés támogatására létrehozott 3D adatbázis a textúra osztályokra jellemző, a HYPRES (WÖSTEN et al., 1999), illetve HUNSODA (NEMES A., 2002) adatbázisok alapján becsült hidrofizikai paramétereket tartalmazza.

Kiindulási adatok

Textúra adatok tekintetében a felszínközeli rétegek részletes jellemzésére általában talajtani adatok, míg a mélyebb rétegek leírására agrogeológiai

adatok állnak rendelkezésre. Következésképpen, a forrásként rendelkezésre álló információk jelentősen különbözhetnek, míg az egyedi adatbázisok külön-külön nem képesek megfelelni az adott modellezés követelményeinek (WALVOORT et al., 2011). Ezért szükséges a különböző adatforrások megfelelő integrálása az eltérő forrásból származó adatok harmonizálásával, rétegenkénti illesztésével és mindezek térbeli kiterjesztésével (HE et al. 2010).

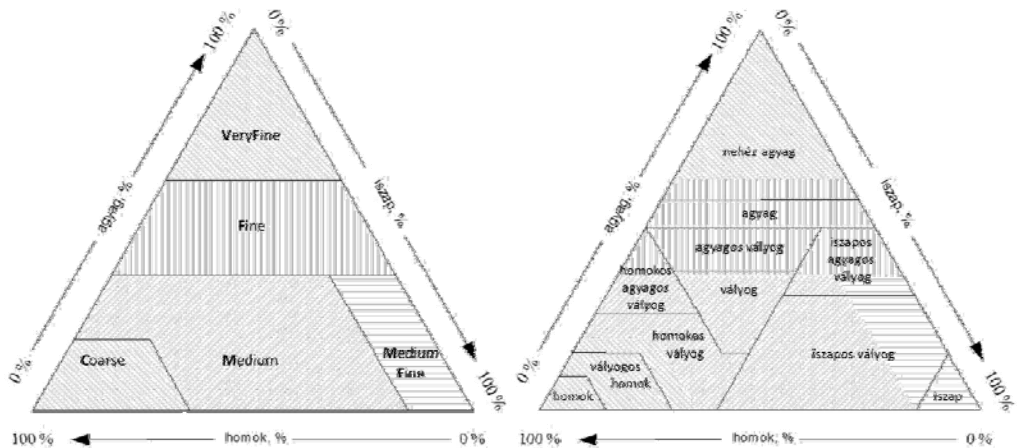
A DKTIR alapjául szolgáló, a múlt század közepén elvégzett (1933-1944, illetve a pótlásokkal 1951-ig tartó) **Kreybig-féle talajfelvételezés** során a talaj textúrájára vonatkozó információk egy része terepi leírásból származik, más része laboratóriumi mérések eredménye (KREYBIG, 1937). A talajszelvények adatai az 1930-50-es évekből származnak, ritkán tartalmaznak közvetlenül használható szemcseösszetétel elemzési értékeket. Az egyes talajszintek jellemzésére a terepi leírás, az ún. légszáraz talajnedvesség (%) és az 5 órás kapilláris vízemelés (mm) adatai állnak rendelkezésre. MADOS 1938-as tanulmányában tényként közli, hogy a Kreybig-féle felvételezéseken az ún. Kuron-féle higroszkóposság értéket mérik (jele: hy; 33%-os páratelítettség). Párhuzamos mérések azt mutatják, hogy a higroszkóposság (hy), illetve légszáraz talajnedvesség értékek közötti eltérés -a nehéz mechanikai összetételű talajok kivételével- általában nem több néhány tizednél (MADOS, 1938).

A **Magyar Állami Földtani Intézet** (MÁFI) sekélyföldtani fúrásainak adatai és az azokon alapuló 1:100.000-es agrogeológiai térképe az 1964-1985 között létesült sekélyfúrások hálózatára épül az Alföldön (Rónai, 1985). Az általuk feltérképezett terület 50.280 km². A felvételezés során 12.422 db (101.342 folyóméter) sekélyfúrás mélyült, 152.013 mintával, melyek alapján 26 db teljes és 23 db csonka 1:100.000-es méretarányú Gauss-Krüger szelvényezésű térképlapot szerkesztettek. A fúrások térbeli elhelyezkedése nem teljesen homogén, a fúrások közötti távolság jellemzően 1,5-4 km között változik. A fúrásokból rétegváltásonként, de legalább félméterenként vettek átlagmintát, melyből többek között részletes szedimentológiai elemzést is végeztek a földtani gyakorlatnak megfelelő szemcseméret tartományokra.

Adatharmonizáció módszertana

A hidrológiai modellezésben kiemelt jelentőségű a felszíni, illetve felszínközeli egyméteres réteg talajfizikai jellemzése. A felszínközeli rétegek leírására az MTA TAKI-ban rendelkezésre álló Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer (DKTIR) Talajszelvény Adatbázist használtuk fel. A mélyebben fekvő rétegek leírására a kevésbé részletes, 1:100.000-es méretarányú agrogeológia térkép foltjait és az azokhoz rendelt Sekélyfúrási Adatbázis szemcseösszetételi adatait használtuk (1.ábra). A talaj hidrofizikai adatbázis kialakításához a DKTIR Talajszelvény Adatbázisban rendelkezésre álló higroszkóposság (hy) adatokhoz textúra osztályokat és ezekre jellemző

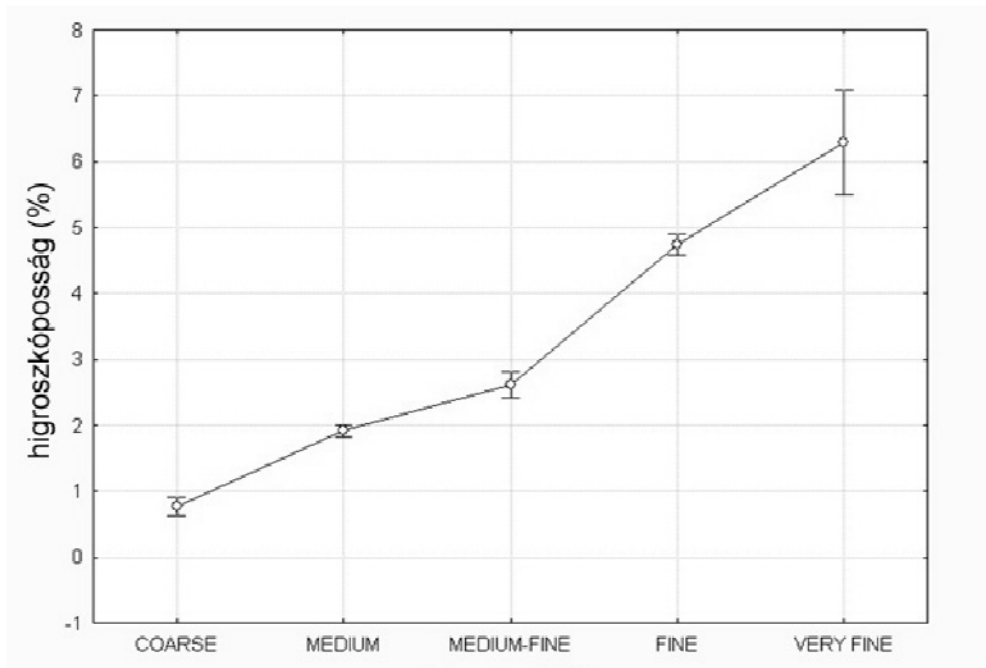
hidrofizikai paramétereiket rendeltünk. A higroszkóposság és a textúra osztályok közötti összefüggés megállapítására és a korreláció erősségére vonatkozó vizsgálatokat, illetve a kalibrációt a referenciaként szolgáló Talajinformációs és Monitoring Rendszer (TIM) szemcseméret adataival végeztük el (SZABÓ et al., 2010; BAKACSI et al., 2010).



1. ábra Szemcsefrakciók alapján megadott textúra osztályok. Balra: az 5-osztatú (FAO-szerinti) textúra háromszög (EUROPEAN SOIL BUREAU, 1998); jobbra: a hazai osztályozáshoz javasolt textúra háromszög (FILEP és FERENCZ, 1999), háttérben az összehasonlítás megkönnyítésére a másik textúra háromszög szerinti sraffozással.

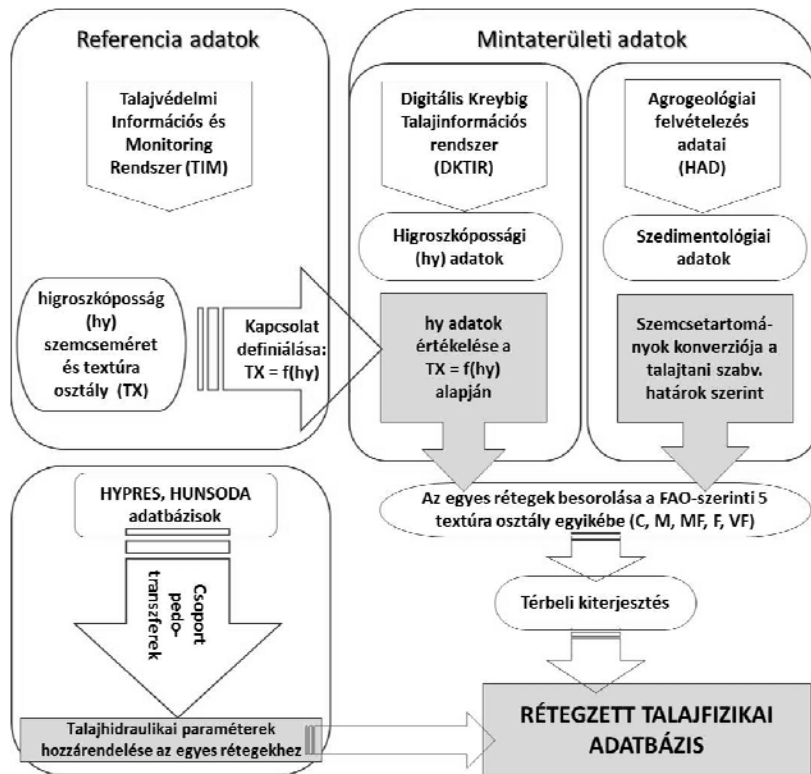
Az egyes textúra osztályokra jellemző, becsült hidrofizikai paraméterek (a vízvisszatartó görbét leíró Mualem-van Genuchten paraméterek, illetve a telítettségi vízvezetőképesség érték) ismertek mind az európai HYPRES (WÖSTEN, et al, 1999), mind a hazai HUNSODA (NEMES A., 2002) adatbázisok alapján. Wösten és munkatársai (1999), valamint NEMES A. (2002) is arra a következtetésre jutottak, hogy a textúra osztályokon alapuló, hidrofizikai paraméterekre vonatkozó becslések jobban alkalmazhatók durvább klasszifikáció esetén (FAO-féle öt textúra osztály), mint az USDA szerinti finomabb felbontású textúra osztályokra. Ezért a DKTIR pontadataihoz, az egyes talajszintekhez, a h_y értékek alapján a FAO öt textúra osztályának egyikét (coarse, medium, medium-fine, fine, very fine) rendeltük hozzá. A hozzárendelés megbízhatóságának vizsgálatára a Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer (TIM) adatai szolgáltak referenciaként (2.ábra). A TIM-ben az egyes mintákhoz a higroszkóposság alapján rendelt FAO-féle öt textúra osztályból a „coarse” (elsősorban homok, homokos vályog) textúra osztály mutatja a legjobb egyezést a mechanikai összetételen alapuló textúra osztály besorolással (a h_y alapján „coarse”-nak besorolt adatok 72%-a a mechanikai adatok alapján is annak bizonyult). A többi textúra osztályban az

egyezés gyengébb („medium”, 57%; „fine” 64%), a köztük lévő átmeneti „medium-fine” osztályban a leggyengébb (46%), a „very fine” textúra osztályban pedig nem volt elegendő adat (BAKACSI et al., 2010).



2. ábra A higroszkóposság és a szemcseméret alapján megadott, FAO-szerinti textúra osztályok kapcsolata, a $h_y(\%)$ átlagértékek és a 95%-os konfidencia intervallum feltüntetésével. TIM adatbázis alapján ($N=1032$).

A Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) Sekélyfűrési Adatbázisából származó, geológiai gyakorlatnak megfelelő, félméterenkénti átlagminta-vételből származó szemcseméret-eloszlási adatokat loglineáris interpolációval (NEMES et al., 1999) alakítottuk át a talajtani gyakorlatnak megfelelő mérettartományok szerint, ezután soroltuk be a textúra háromszög alapján a megfelelő textúra osztályokba (BAKACSI et al., 2010). A talajtani és sekélyföldtani adatoknak a referencia adatokhoz való viszonyát és az adatbázis-építés logikai vázlatát a 3. ábra mutatja.

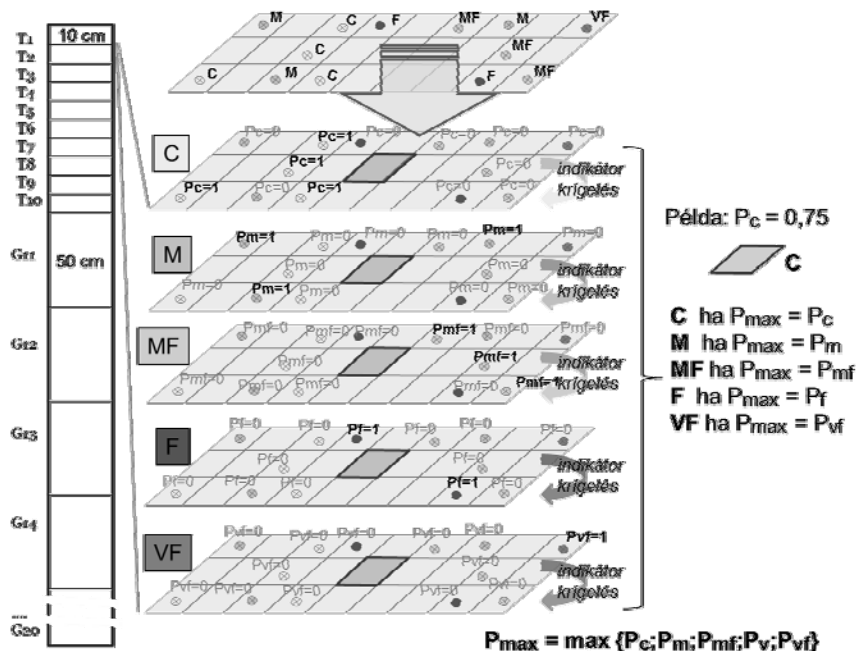


3. ábra A rétegzett, 3D talajfizikai adatbázis kialakítási folyamatának logikai vázlata

A mintaterületekre szabályos, egyhektáros rácsot illesztettünk. Az egyes rácselemekhez rendelt textúra adatok megfelelő interpolációs módszer segítségével a közeli pontok adataiból származtathatók. A mintaterületeken a felső talajrétegekre (1 m-ig, 10 cm-es egyenletes felosztással, "T" szintek) a DKTIR pontadataiból, a mélyebb rétegekre (1 m alatt, 50 cm-es intervallumokban, "G" szintek) a Sekélyfűrési Adatbázis adataiból származtatható talajfizikai jellemzőket terjesztettük ki. Ehhez ideális eszköz az ún. indikátor-krigelés, egy olyan nem-paraméteres, geostatistikai interpolációs eljárás, amely azt számítja, hogy egy interpolációs tér pontjaiban az indikátor érték mekkora valószínűségű (ISAACS & SRIVASTAVA 1989, MARIONI 2003). Például: ha a minta egy bizonyos mélységközben (pl. 0-10 cm) a higroszkóposág értéke, vagy szemcseösszetétele alapján egy adott textúra osztályba esik (pl. „coarse”), abban a pontban a „coarse” textúra osztályra nézve az indikátor-változó értéke 1; míg a többi pontban, ahol más textúra osztályba esik, 0. Minden mélység-intervallumban az öt textúra osztálynak megfelelően ötször végeztünk indikátor-krigelést, majd az egyes rácselemekhez hozzárendeltük az ott legnagyobb valószínűséggel (Pmax) megtalálható textúra osztályt (4. ábra). Az indikátor krigeléses eljárást már alkalmaztuk korábban is, a Ma-

gyarországon természeti hátránnyal érintett mezőgazdasági területek lehatárolásában (PÁSZTOR et al., 2010).

Az agrogeológiai információk térbeli kiterjesztéséhez a Sekélyfűrési Adatbázis alapján szerkesztett 1:100.000-es méretarányú térképeknek az egyes mintaterületre eső poligonjait és az azokhoz rendelt fúrások adatait használtuk fel. A számításokat ArcGIS 9.3-as szoftverkörnyezetben végeztük.

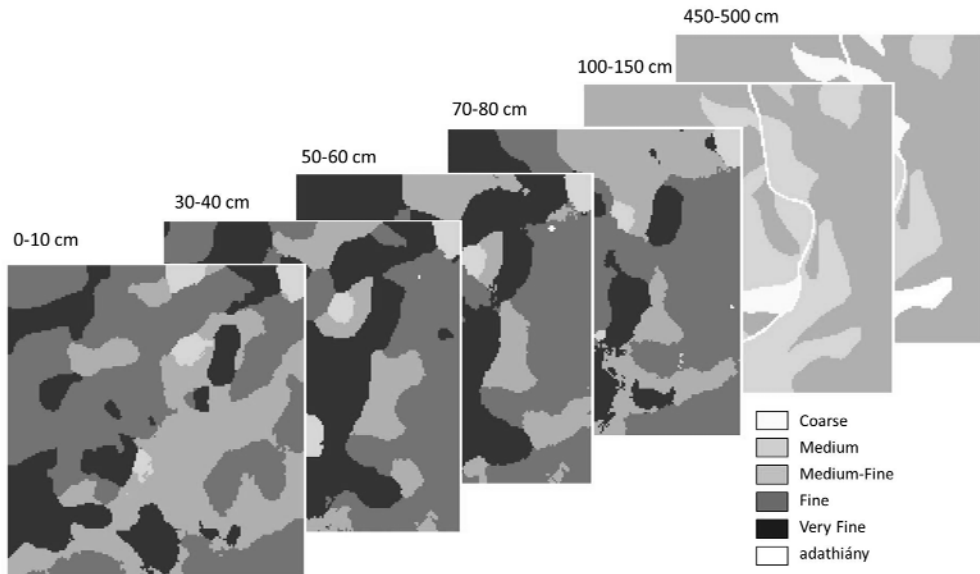


4. ábra A mintavételi pontok alapján az egyes textúra osztályokra szintenként elvégzett indikátor-krigelés elvi vázlatja. $P_c, P_m; P_{mf}; P_v; P_{vf}$: az adott textúra osztályba tartozás valószínűsége. Az egyes rácselemeket az ott legnagyobb valószínűséggel (P_{max}) meg

Mintaterületi adatbázisok

A módszertant három mintaterületen alkalmaztuk: Duna-Tisza köze (7.085 km²), Szamos-Kraszna (1.264 km²), Nagykörű (256 km²). Példaképpen a nagykörűi mintaterületet mutatjuk be. Ezen a területen 879 DKTIR pont adatát dolgoztuk fel, illetve terjesztettük ki a felső 1 m-es talajrétegben. Az ábrsorozaton jól látszik, hogy a terület alapvetően finomszemcsés üledékekből épül fel, a durvaszemcsés homoküledékek 150 cm alatt válnak jellemzővé. A területen túlnyomórészt a mai folyásiránynak megfelelő orientációjú, elnyúlt üledékes foltok jellemzőek (5. ábra). Az 1 méter alatti éles üledékváltás részint a metodológia változásának tudható be (félméterenkénti átlagminta), de

együttal illeszkedik a terület általános üledékföldtani-talajtani fejlődésébe is (RÓNAI A. 1985).



5. ábra Az egyes textúra osztályokkal jellemezhető területek kiterjedésének változása a mélységgel, a nagykőrűi mintaterületen.

Az adatbázis-fejlesztés további lépései

A talajfizikai adatbázis tervezett országos kidolgozását egyéb adatforrások integrálásával (AIIR, MARTHA, tízezres üzemi térképek pontadatai) tehetnénk teljesebbé (MAKÓ et al., 2010, 2011). Ezek együttes alkalmazása azonban sok kérdést vet fel (elérhetőség, feldolgozottsági állapot, módszertani eltérések, megbízhatóság stb.), de létrehozásával rendkívül értékes, georeferált pontokon és nagyszámú mérési adaton nyugvó, regionális szinten is megbízható részletességű talajfizikai adatállomány jönne létre.

A háromdimenziós hidrofizikai adatbázis alapján fejlesztett webes térképi szolgáltatás elérhető az MTA TAKI KIO térképszerveréről (<http://maps.rissac.hu/waterisk2011/>), továbbá INSPIRE kompatibilis módon a GSSoil Portal-on keresztül (<http://gssoil-portal.eu/ingrid-portal/portal/mainmaps.psml;jsessionid=3D71930584EB8FF2C075FA3B87C3CACB>).

Irodalom

- BAKACSI, ZS. – L. KUTI – L. PÁSZTOR – J. VATAI – J. SZABÓ – T. MÜLLER (2010): Method for the compilation of a stratified and harmonized soil physical database using legacy and up-to-date data sources. *Agrokémia és Talajtan*, 59 (1), pp. 39-46.
- EUROPEAN SOIL BUREAU (1998): Georeferenced Soil Database for Europe. European Soil Bureau and Joint Research Centre, EC. Ispra, Italy.
- HE, Y. – HU, K.L. – CHEN, D.L. – SUTER, H.C. – LI, Y. – LI, B.G. – YUAN, X.Y. – HUANG, Y.F. (2010): Three dimensional spatial distribution modeling of soil texture under agricultural systems using a sequence indicator simulation algorithm. *Computers and Electronics in Agriculture* 71 (SUPPL. 1), pp. S24-S31.
- FILEP GY. – FERENCZ G. (1999): Javaslat a magyarországi talajok szemcseösszetétel szerinti osztályozásának pontosítására. *Agrokémia és Talajtan*, 48, pp. 305-320.
- ISAAKS, E. H. – SRIVASTAVA, R. M. (1989): An introduction to applied geostatistics. Oxford Univ. Press, New York, Oxford.
- KREYBIG L. (1937): A M. Kir. Földtani Intézet talajfelvételi, vizsgálati és térképezési módszere. In: M. Kir. Földtani Intézet Évkönyve. 31. pp.147-244.
- MADOS (KOTZMANN) L. (1938): A higroszkópos nedvesség, mint a talaj kötöttségi állapotának jellemzője. *Mezőgazdasági Kutatások*, Budapest, XI. pp. 217-229.
- MAKÓ A. – TÓTH B. – HERNÁDI H. – FARKAS CS. – MARTH P. (2010): Introduction of the Hungarian Detailed Soil Hydrophysical Database (MARTHA) and its use to test external pedotransfer functions. *Agrokémia és Talajtan*, 59, pp.29-39.
- MAKÓ A.–TÓTH B.–HERNÁDI H.–FARKAS CS.–MARTH P. (2011): A MARTHA adatbázis alkalmazása a hazai talajok víztartó-képesség becslésének pontosítására. *Talajvédelem különszám*. Farsang A., Ladányi Zs. (szerk.): *Talajaink a változó természeti és társadalmi hatások között*. Talajtani vándorgyűlés, Szeged, 2010. szeptember 3-4.
- MARIONI, O. (2003): Improving geological models using a combined ordinary-indicator-kriging approach. *Engineering Geology* 69. pp. 37-45.
- NEMES, A. – WÖSTEN J.H.M. – LILLY A. – OUDE VOSHAAR J.H. (1999): Evaluation of different procedures to interpolate particle-size distributions to achieve compatibility within soil databases. *Geoderma*, 90, pp. 187-202.
- NEMES, A. (2002): Unsaturated Soil Hydraulic Database of Hungary: HUNSODA. *Agrokémia és Talajtan*, 51(1-2), pp. 17-26.
- PÁSZTOR, L. – J. SZABÓ – ZS. BAKACSI (2010): Application of Digital Kreybig Soil Information System for the delineation of naturally handicapped areas in Hungary. *Agrokémia és Talajtan*, 59(1), pp. 47-56.
- RÓNAI, A. (1985): Az Alföld negyedidőszaki földtana, *Geologica Hungarica Series Geologica*, 21, pp. 446.
- SZABÓ, J. – KUTI, L. – BAKACSI, ZS. – PÁSZTOR, L. – TAHY, Á. (2010): Spatial Patterns of Drought Frequency and Duration in the Great Hungarian Plain, based on Coupled-Model Simulations. In: *Proceedings of the 4th IAHR International Groundwater Symposium (Valencia, Spain. 22-24 September, 2010.)*, pp. 289-291.
- WALVOORT D.J.J. – BRUS D.J. – HEUVELINK G G.B.M. (2011): Building a three dimensional soil model by combining data sources of various degrees of uncertainty. Oral presentation at *Pedometrics 2011. Innovations in Pedometrics Třešť, Czech Republic, August 31 – September 02, 2011*.
- WÖSTEN, J.H.M. – A. LILLY – A. NEMES – C. LE BAS (1999): Development and use of a database of hydraulic properties of European soils. *Geoderma*, 90, pp. 169-185.

Modern optikai légi távérzékelési módszerek

Bakó Gábor¹

¹ csoportvezető, Szent István Egyetem Növénytani és Ökofiziológiai Intézet, Interspect Kft., bakogabor@interspect.hu

Abstract: Aerial reconnaissance and aerotopography are very dominant in cartography since 1916 in Hungary. The 3D aerial photogrammetry procedures have been applied since 1925. Space imagery was difficult to access before 1989, but since the late 1970s, they have been used regularly. Between 2006 and 2011 were developed Hungary's first digital aerial camera series. The fourth instrument is a multispectral sensor, which can be expanded modularly. The new Interspect IS 4 system is a cost efficient instrument in mapping of great areas, and it is excellent at extremely high-detail mapping of smaller areas, allows the spectral resolution appropriate for the task.

Bevezetés

Magyarországon a felszín légifelvételéssel történő megfigyelésének komoly hagyományai vannak. Már az első világháború időszakában híressé váltak légifotó felderítőink. 1916-tól a nagyjából függőleges (lefelé tekintő) kameratengellyel készített felvételekből légifotó mozaikokat, az 1920-as évektől légifelvétel-térképeket, majd ortofotó-mozaikokat állítottak elő. Az aerotopográfia élvonalába ebben az időszakban Belgium, Csehszlovákia, Dánia, az Amerikai Egyesült Államok, Finnország, Franciaország, Kanada, Lengyelország, Lettország, Magyarország, Németalföld, Németország, Norvégia, Olaszország, Portugália, Románia, Spanyolország, Svájc és Svédország (a Nemzetközi Fotogrammetriai Társaság tagjai), és további három ország, Chile, Nagy Britannia, valamint Francia Nyugat-Afrika tartoztak bele. Ezt bizonyítja az V. Nemzetközi Fotogrammetriai Kongresszuson való sikeres bemutatkozásuk (SZÜTS 1938), és a számtalan fotogrammetriai eredmény.

A fotogrammetria tudományterület fejlődése az 1930-as években felgyorsult, különösen a térfotogrammetriai alkalmazások terjedtek el. A hetvenes évektől megjelenő, hazánkban csak lassanként hozzáférhető műholdfelvételek megjelenésével és a távérzékelés fogalmkörének kialakulásával számos intézet alakul, vagy hoz létre közigazgatási, vagy éppen környezetvédelmi távérzékelési osztályt. Az államigazgatási, megyei és települési döntéshozatalt elősegítő, építéshatósági, földhivatali térképészeti feladatokat az 1967-ben alapított Földmérési és Távérzékelési Intézet látja el a kapcsolódó Repülőgépes Szolgálatlal és a Magyar Honvédség Térképészeti Hivatallal (MH TÉHI). Később az ilyen célból beszerzett űrfelvételek is a FÖMI hatáskörébe tartoztak. A környezetvédelmi és vízügyi légi távérzékelési repüléseket, valamint a nagyfelbontású légi- és a hetvenes évek végétől korlátozottan hozzáférhető űrfelvételek tematikus feldolgozását 1964-től a VÍZDOK, a később a Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet (VITUKI)

légifotó stúdiójaként ismerté váló és a titkosítási procedúra ellenére is népszerű ARGOS Stúdió végezte. Az 1980-as, 1990-es években a települési légifelvétel-térképezési munkákban, vízügyi légi felmérésekben és dokumentációs munkákban, valamint hatástanulmányok térinformatikai alapját képező felvételezésekkel, termovíziós és multispektrális felvételezési minőségével népszerűvé vált szervezet kisebb (település, nemzeti park méretű) mukaterületek nagyfelbontású, kiváló képminőségű kézi és mérőkamerás légi térképezését, a felvételek interpretációját végezte el. A szervezet 2006-tól kísérletezett digitális mérőkamerák beszerzésével vagy építésével, de 2008-ban befejezte távérzékelési tevékenységét és csak 2009-ben hívták életre az új szakcsoportot Interspect néven. A 2006–2011 kutatási periódusban négy teljes egészében magyar fejlesztésű nagyfelbontású digitális mérőkamera készült el. Az utolsó két változat multispektrális felvételeket készít, akár 0,5 cm terepi felbontással.

A digitális szenzorok alkalmazása

A multispektrális légi távérzékelés előnye az űrfelvételek felhasználásával szemben, hogy a szenzor átalakítása két felvételezés között megvalósítható, valamint olyan a közeghatás által kevésbé terhelt, nagyfelbontású felvételek készíthetők, amelyek részletessége teljesen más léptékű vizsgálatokat is lehetővé tesz. A kontinenseken átívelő felmérések esetében az adatgyűjtési gyorsaságban és statisztikai értelemben kiváló minőségű űrfelvételekkel természetesen nem veszik fel a versenyt. Mindkét módszer létjogosultsága megmarad, más alkalmazási területeket látnak el alapfelvételekkel.

Az általunk kidolgozott módszer lényege tehát a rendkívül nagy geometriai részletességben, és az aktuális feladatnak megfelelően beállítható spektrális felbontásban rejlik. Az ortofotó-térképek nagy geometriai felbontását a szenzorok megnövelt kiolvasási sebessége, valamint érzékenysége teszi lehetővé (BAKÓ 2012). A kiolvasási sebesség a rögzített felvétel merevlemezre történő írásáig eltelt idő. A felvételek nem torlódhatnak a puffer memóriában, hiszen a teljes területfedéses ortofotó-térképet minimum 65% soron belüli átfedésű sorozatfelvételezéssel állítjuk elő. Az érzékenység a képvándorlás elkerülése érdekében kis záridők alkalmazását teszi lehetővé. Így a gyors repülési sebesség, vagy az alacsonyról történő felvételezés mellett is éles felvételek készülnek. A direkt tájékozás biztosítja, hogy fotogrammetriai szempontból minél kevesebb terepi geodéziai mérésre legyen szükség (BAKÓ 2011a).

A csatornák spektrális érzékenységének beállításához 2009-ben laboratóriumot állítottunk fel. A megfigyelni, feltérképezni kívánt felszíni jelenség, objektum spektrális reflektancia tulajdonságait az Interspect IS 4 típusú multispektrális szenzor geometriai tulajdonságainak jó közelítéssel megfelel-

tett laboratóriumi hiperspektrális szenzorral vizsgáljuk. A laboratóriumi ellenőrzés során feltárjuk azokat a reflektanciabeli sajátságokat, amik alapján a térképezendő szennyező anyag, vegetációrész, stb. spektrális értelemben könnyebben elválasztható a környezetétől.

A laboratóriumi ellenőrzést dinamikus körülmények között terepi, majd légi tesztfényképezés követi. Amennyiben az így kialakított módszer határfoka lehetővé teszi gazdaságos felmérési módszer beállítását elkezdődik a térképezési feladat előkészítése és engedélyztetése.

A legfontosabb kérdés ilyenkor az, hogy a nagyobb tárgytávolságból, lényegesen kisebb geometriai felbontással készülő multispektrális felvételek az adott csatornákon továbbra is lehetővé teszik-e a feladat gazdaságos végrehajtását.

Nagy területek felvételezése esetében a felbontás növelését a nagyméretű CCD-vel szerelt légi multispektrális mérőkamera moduláris kiterjesztésével érhetjük el. Kisebb, néhány négyzetkilométeres munkaterület esetében rendkívül nagy méretű CMOS szenzorokkal alkalmazzuk a műszert.

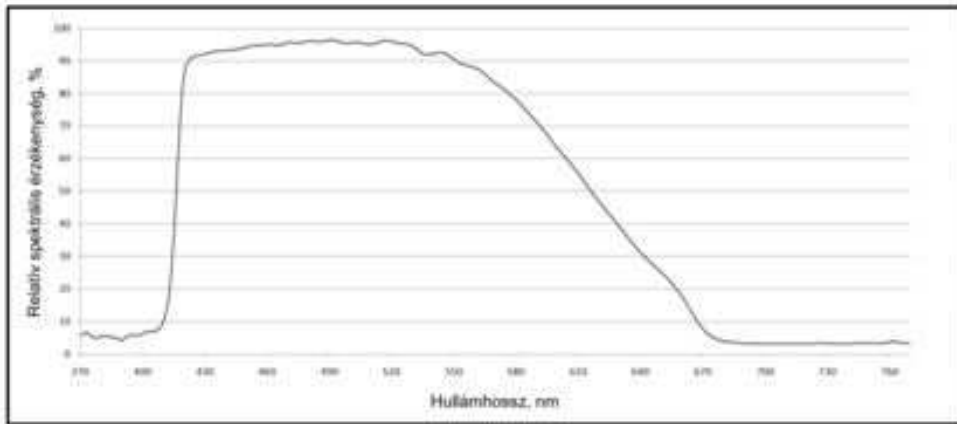
Az Interspect IS 4 felépítése és működése

Az IS 4 digitális felvételeinek első három csatornája (RGB) a látható tartományra érzékenyített szenzorról beérkező adatokból épül fel. 60 megapixel és ennél nagyobb felbontású üzemmódban töltéscsatolt áramkörökkel, CCD érzékelők együttes felhasználásával nyerjük a látható tartomány spektrális értelemben nagy sávszélességű csatornáit.

A kisebb felbontású modifikáció esetében CMOS szenzorokat használunk az RGB csatornákhöz is. Az utóbbi megoldás alacsonyabb zajszintet, nagyobb kiolvasási sebességet és kiváló dinamikát eredményez úgy, hogy mindeközben kellő uniformitást biztosít. A tudományos igényű felmérések során az a leglényegesebb, hogy a felvételeken belül ne változzon a jel megbízhatósága, és amennyire csak lehetséges, kizárólag a fényképezett felszín színei és rajzolata befolyásolják az adatfolyamot (Bakó 2011b). A digitális felvétel dinamikáját nem csak a fényképezőgép képérzékelője, de a szenzoron jelentkező elektromos jeleket átalakító processzor és algoritmus minősége is befolyásolja. Fontos tényező az érzékelési tartomány is. Így az árnyalatgazdagság és a dinamika érdekében korlátoztuk a látható tartomány csatornáinak spektrális érzékelési tartományát és speciálisan alakítottuk ki az érzékenység lefutását (1. ábra).

A közeli infravörös és mélyvörös tartomány korlátozása a látható csatornákon rendkívül fontos. Mindez azt eredményezi, hogy az RGB csatornákon eltárolt információk a merevlemezen nem foglalnak el több helyet, mégis sokkal részletesebben leírják a rögzített valóságot. A szenzor színes felvételei ettől lesznek a legkorszerűbb professzionális fényképezőgépekhez hasonlóan

árnyalat- és részletgazdagok, a teljes látható spektrum lefedése mellett pontos színvisszaadással.



1.ábra Az Interspect mérőkamerák látható tartományban érzékelő CMOS-ának spektrális érzékenységét 370 nm – 770 nm közé korlátoztuk, és a 420 – 570 nm hullámhossz tartományon kívül radikálisan lecsökkentettük

A legtöbb szilícium érzékelő spektrális érzékenysége 340 nm – 1200 nm közé korlátozódik, 800 és 900 nm között éri el a maximális értéket, és ettől kezdve nagyjából folyamatos gyengülést mutat a nagyobb hullámhosszúság irányában. Ezzel szemben az IS sorozat harmadik rendszerének megépítése óta 325 nm – 1200 nm közötti tartományban érzékeny CMOS szenzorokat alkalmazunk multispektrális mérőkameráink építésénél. Bár a szenzoron jelerősítéssel már 250 nm környékén kimutatható az ultraibolya elektromágneses hullámok érzékelése, 325 nm-től detektálhatunk stabil jelet, és a szenzor felhasználásával készülő rendszert 355 nm-től használjuk mérésre. A nagysebességű (<math><1/1000\text{ sec}</math> megvilágítás, <math><f. 3.2</math>) közeli infravörös mérések 1150 nm-nél rövidebb hullámhosszúság esetében végezhetőek el a rendszerrel, de jelet még 1200 nm-en is detektál. Ez a szélsőérték azonban a rendeltetészerű használatokor, a repülőgép fedélzetén nem használható ki, mivel légi távérzékelési feladatok esetében a fényképezésben ISO 100–320 értékek közötti tartománynak megfelelő zajszint engedhető meg (BAKÓ 2010).

Érzékenysége és gyorsaságának köszönhetően az alkalmazott komplementer fém-oxid félvezető kiválóan alkalmazható a gyorsan haladó platformról is üzemeltethető, nagyfelbontású, rendkívül éles felvételezésre készülő távérzékelési eszközeinkhez. A hagyományos képérzékelőkkel szemben a közeli infravörös tartományban nem gyengébb, hanem jóval erősebb a jelfeldolgozás. Így a kamerák más légi távérzékelésre gyártott szenzo-

rokhoz képest jóval megbízhatóbban működnek. Párás időben, vagy csekély megvilágítás esetén is jó minőségű infravörös adatokat szolgáltatnak.

Természetesen a szenzor ebben a teljes optikai spektrumra érzékeny formájában nem kerül beépítésre. Különböző, az adott feladat alapján megválasztott spektrális tartományokon állítunk be méréseket először laboratóriumi, majd dinamikus terepi vizsgálat alapján. Az előzetes vizsgálatok alapján kalibrált szenzorral szerelt mérőkamera kerülhet a repülőgépre.

Az érzékelő tehát kiváló alapanyag speciális szenzorok összeszereléséhez. A megelőző vizsgálatok után elkészítjük a spektrálisan és fototechnikai értelemben a célfeladatnak megfelelő képérzékelőt.

A szenzorok speciális bánásmódot igényelnek. A CMOS áramkörök érzékenyek az elektrosztatikus feltöltődésre, ezért nem szabad műanyag csomagolásban tárolni őket, és szerelés közben is szükséges a munkaállomást földelni. A laboratóriumban ügyelni kell a tisztaságra, a pormentességre és a páratartalom szabályozására. A nagyon vékony fém-oxid szigetelőelemek esetén már viszonylag kis feszültségkülönbség is átütéshez vezethet, márpedig a kalibráció során az egyes elemek működtetés közben fokozott veszélynek vannak kitéve.

A mérőkamera rendelkezik három fotogrammetriai és térképészeti okok miatt állandósított csatornával (RGB). Az egyik nagy spektrális átfogású (500 nm – 1150 nm) közeli infravörös csatorna állandóságát az ökofiziológiai mérések indokolják.

A további tizenkét 12 megapixeles csatorna spektrális felbontása 355 nm – 1150 nm között megválasztható. Ezen a tartományon belül lehetőségünk van 12 MP képfelontással 5 nm, 10 nm, 20 nm, 50 nm ... 1000 nm spektrális átfogású csatornák kialakítására.

Eredmények

A 2006-2011 időszak kísérleteinek köszönhetően négy digitális mérőkamerát építettünk meg, kizárólag hazai anyagi források igénybevételével. A beszerzett képérzékelők és lencsék széles választékát tesztelve kialakultak a légi távérzékelési feladatokhoz leginkább megfelelő rendszerkonfigurációk. A negyedik eszköz moduláris kiegészítése már nagy, országos méretű földfelszín-területek felmérését is lehetővé teszi. A csatornák spektrális érzékenységének egyedi kialakítása és variabilitása rendkívül sok kutatási, és gyakorlati felmérési területen alkalmazhatóvá teszi a műszert. A felszíni víztestek szennyezettségének, a vegetáció összetételének, ökofiziológiai állapotának felmérésén át az egyszerű belvíztérképezésig nagyon sok területen bebizonyosodtak a szenzor gazdasági előnyei. A négy műszer ezidáig összesen 52 légifelvétel-térképezési feladatot látott el, és kétszer döntötték meg a területegységre vonatkozó terepi felbontás világrekordját.

A vizsgálatok igazolták, hogy a térképezési feladat léptékének megfelelő felbontás kiválasztása elengedhetetlen a gazdaságos és egyben sikeres projektvégrehajtások megtervezéséhez. Ezt követően a megfelelő spektrumtartományok kiválasztásával a keresett objektumok detektálásának és lehatárolásának pontossága növelhető. A térképezendő egység legalább tíz elemi képpont átmérővel kell, hogy leképeződjön ahhoz, hogy pusztán az RGB csatornákon azonosítható és térképezhető legyen. Spektrális kiterjesztéssel, további csatornák bevonásával a detektálás pontossága jelentősen megnövelhető és olyan jelenségek is feltérképezhetővé válnak, amelyek térbeli rögzítésére csupán az RGB csatornákon nincs lehetőség. Ennek ellenére egyértelműen kijelenthető, hogy a vegetáció részletes térképezésénél, és egyéb speciális felméréseknél a 20 cm terepi felbontásnál kisebb felbontású multi és hiperspektrális légifelvétel nem segítik elő kellőképpen a térképezési feladat sikerét, mivel az azonosításhoz és térbeli elkülönítéshez szükséges textúrabeli, és különválasztható spektrális reflektancia tulajdonságok még nem látszanak, beolvadnak, keverednek a pixeleken. Könnyen belátható, hogy a felmériendő objektum jellemző, meghatározó részletei nagyobb képfelületen kell, hogy leképeződjenek, mint az elemi képpont.

Következtetések

Az új, a legmodernebb szilícium alapú érzékelőket tartalmazó (BAKÓ 2011c), könnyen átépíthető, modulárisan kiegészíthető mérőkamerák alkalmazása lehetővé teszi nagy területek költséghatékony feltérképezését, vagy 10–30 km² munkaterületek a korábnál jóval részletesebb, különféle szempontból kiértékelhető légi térképezését. Az így előállított tematikus térképi adatbázisok környezetinformatikai rendszerek alapját képezhetik, amelyekkel a klimatikus, ökológiai, hidrológiai és felszínváltozás folyamatok modellezhetővé válnak. A felvételek minősége pontosabb és jobban automatizálható szoftveres kiértékelést tesz lehetővé (GULYÁS 2011). A megválasztható spektrumú csatornák segítségével a műszer speciális mérésekbe is bevonható, pontos tematika szerinti térképezés végezhető.

Irodalom

- BAKÓ G.* (2010): Igen nagyfelbontású légifelvétel-mozaikok készítése kis- és közepformátumú digitális fényképezőgépekkel - Geodézia és kartográfia 2010/6 LXII. évfolyam 21 - 29, 49 p.
- BAKÓ G.*(2011a):Távérzékelési, fotogrammetriai és térinformatikai fogalomtár, Távérzékelési technológiák és térinformatika online 2011. június, 93-111 p.
- BAKÓ G.* (2011c): A digitális képalkotás szenzorai, Műszaki Magazin 2011/5 6-62 p.

- BAKÓ G.* (2011c): Digitális evolúció – A digitális képérzékelők fejlődése az elmúlt évtizedben, Fotómozaik 2011. június, 24-27 p.
- BAKÓ G.* (2012): Nagyfelbontású magyar multispektrális légi távérzékelési mérőműszerek a vegetációtérképezésben és növénybetegségek lokalizálásának elősegítéséhez, Kitaibelia XVII. évf., 1. szám Vol. 17, No.1 p. 71
- GULYÁS G.* (2011): Vegetáció térképezés és mikroklíma elemzés nagy felbontású légifelvételek segítségével, Távérzékelési technológiák és térinformatika online 2011. június, 5-33 p.
- SZÜTS, L.* (1938): Beszámoló az 1938. évi római fotogrammetriai kongresszusról és kiállításról, Térképészeti Közlöny, M.Kir. Honvéd Térképészeti Intézet Budapest, 8-37 p.

Ultra-kisméretű vízgyűjtők monitoring alapú árvízi modellezése

Balatonyi László¹–Czigány Szabolcs² –Pirkhoffer Ervin³

¹ Ph.D. hallgató, Földtudományi Doktoriskola, Pécsi Tudományegyetem, balatonyi.laszlo@gmail.com

² PhD, Környezettudományi Intézet, Pécsi Tudományegyetem, sczigany@gamma.ttk.pte.hu

³ PhD, Környezettudományi Intézet, Pécsi Tudományegyetem, pirkhoff@gamma.ttk.pte.hu

Abstract: In Hungary, an operational numeric model-based flash flood guidance (FFG) system is under development. However, several environmental parameters need to be studied to adopt the model to Hungary. These parameters include soil moisture and interception in forest canopy. Both factors play a crucial role on runoff and infiltration and are profoundly affect the ratio of these two elements within the hydrologic cycle. In the current study we compared ground precipitation, soil moisture content and rate of canopy interception in a small mountainous, forested watershed in SW Hungary under canopy cover and clear cuts at two monitoring sites. Ground precipitation was 1.30 times higher at the UCS than at the CS equaling to about 25 percent rainfall retention rate.

Bevezetés

Az árvíz kialakulásához számos természeti és egyes esetekben antropogén paraméterek vezetnek. A domb- és hegyvidéki kisvízgyűjtőkön ezen paraméterek vizsgálata, sokkal részletesebb adatokat igényel, mint a hagyományos árvizek esetében. Napjainkban, az éghajlatváltozás következtében mind gyakrabban fordulnak elő szélsőséges meteorológiai események, mind például szupercellák és nagyintenzitású csapadékesemények. Ezek egyik hidrológiai következménye lehet domb- és hegyvidékeken megjelenő villámárvíz, angolul: flash flood. A villámárvizek egyik jellemzője a rendkívül gyors lefutás, általános definíció szerint összegyülekezési idejük kevesebb, mint 6 óra (GEORGAKAKOS 1987.; 2002.; 2006.; GEORGAKAKOS–HUDLOW 1984.;)

Magyarországon a legjelentősebb problémát az előrejelzések megalkotásánál az jelenti, hogy nincs megfelelő térbeli sűrűségű vízhozammérés, valamint nem áll rendelkezésre megfelelő hidrometeorológiai mérőhálózat a kis vízfolyásoknál. Korábbi kutatások eredményei alapján (PIRKHOFFER et al. 2009) egy jól működő előrejelző rendszer felépítéséhez többek között a talajnedvességi adatok nagy sűrűségű, gyakoriságú (időben és térben) tanulmányozása is szükséges a folyamat parametrizációjához.

A felszíni elfolyás nagyságát azonban nem csak a csapadék és a domborzat, hanem a talaj és felszínhasználat (pl.: vegetáció és lombkorona fedettség) is befolyásolja. Ezek a peremfeltételek jelentős szerepet játszanak a beszívárgás, illetve a felszíni lefolyás arányának alakulásában, ezért fontos meghatározni, az előzőekben említett két folyamat arányát és nagyságát (GRUNTFEST–RIPPS 2000.). Az intercepció, a lombzat általi vízvisszatartást jelöli, tulajdonképpen tározódik a mennyisége a lombzaton. A csapadékvíz

újából elpárologhat és közvetlenül visszajuthat a légkörbe. A lombkorona feletti és a talajt elérő csapadék aránya nagymértékben függ a lombkorona fedettségtől. Az intercepció aránya nagyban függ az egy csapadékeseményből származó csapadék mennyiségétől, intenzitásától is.

A talajoldali peremfeltételek közül a talajnedvesség érthető módon (talaj előáztatása), jelentős hatást gyakorol a beszivárgás és felszíni elfolyás arányára. Azonban a talaj nedvességtartalma, mind térben, mind időben jelentősen változhat. Nagy tér- és időbeli heterogenitása miatt azonban nagyon bizonytalan input paraméterről van szó a hidrológiai és lefolyási modellek esetében. Emiatt a lefolyást meghatározó talajtani és hidrometeorológiai paraméterek rendszeres mérése és monitoringozása, valamint numerikus modellezése elengedhetetlen része egy adatbázisokon alapuló villámárvíz előrejelző rendszernek.

Tanulmányunkban egy nyugat-mecseki, viszonylag jól feltárt és tanulmányozott vízgyűjtőjének két hidrometeorológiai mérőállomásán mért adatait (csapadék, talajnedvesség), illetve rögzített fedettségi értékeit elemezzük, valamint összefüggéseket teremtünk a borítottság, intercepció és talajnedvesség és csapadék adatok között.

Az intercepció nagyságára vonatkozóan az irodalmi érték a különféle fás szárú növények esetében 0,75 és 4,30 mm nagysága között változik (1. táblázat). Az intercepciós veszteség 34% a tölgyesek esetében. (FÜHRER 1994).

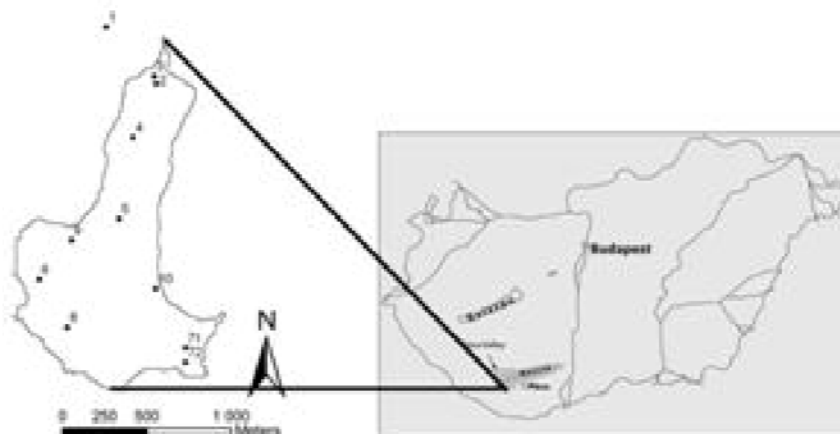
1. táblázat Az intercepció nagysága a különféle fajok esetében

Kettős latin név	Lombozaton való tározás (mm)	Hivatkozás
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	2,7-4,3	Link et al. (2004)
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	1,2	Rutter et al. (1975)
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	2,4	Klaassen et al. (1998)
<i>Pinus nigra</i>	1,0	Rutter et al. (1975)
<i>Pinus sylvestris</i>	1,02	Gash et al. (1980)
<i>Pinus sylvestris</i>	0,8	Gash és Morton (1978)
<i>Picea stichensis</i>	Approx. 2,0	Hutchings et al. (1988)
<i>Picea stichensis</i>	0,75	Gash et al. (1980)
<i>Picea stichensis</i>	1,2	Gash et al. (1980)

Eszközök és módszerek

Az 1.7 km² területű vízgyűjtő terület a Bükkösdi-víz rendszer területéhez tartozó Sás-patak vízgyűjtőjén helyezkedik el (1. ábra). A terület többnyire gyertyános–bükkösökkel fedett s helyenként tarvágásokkal, gyepekkel tagolt. A vízgyűjtőben több alkalommal is leírtak pusztító árvizeket (VASS

1997.; ESZÉKY 1987.), ilyen árvizek rongálták meg a Pécs–Budapest vasúti töltést is több alkalommal.



2. ábra Pósa-völgy elhelyezkedése Magyarországon

A mintaterület kijelölésénél az előzőekben említett, múltban történt események valamint reprezentativitás mellett, a területen korábban, a Mecskérc Zrt., valamint a Mecsek Öko végzett monitoringozottság (talajmechanikai fúrások, valamint vízállás és vízhozam mérések) is közrejátszott.

A területre 2010 őszén 10 ponton hidrometeorológiai monitoring-állomásokat helyeztünk ki, majd 2011. márciusában 11-re bővítettük a mérőpontok számát (2. ábra). A monitoringállomások 10 esetben Decagon EM50, egy esetben EM50G adatgyűjtőből, 5TM talajnedvességmérőből, valamint ECRN-100 csapadékmérőből állnak (összes műszert a Decagon Devices Inc., Pullman, WA, Amerikai Egyesült Államokból szereztük be). A csapadékmérő billenőedényes elven működik, 0,2 mm a minimális mérhető csapadék mennyisége. Az 5TM szenzorokat (10 darab) minden egyes esetben 20 cm mélységben (bolygatatlan talajba) helyeztük ki a mérések kezdete előtt 6 hónappal. Három mérőállomáson helyeztünk ki árnyékolt hőmérőt és páratartalom szenzort, továbbá egy darab levélnedvesség szenzort. 2011. március. 15-én (11:20) indult meg egy időben a mérés a pontokon, az első mérési szakasz 2011. május. 15-ig tartott az adatgyűjtés időintervalluma 10 perc volt. Mivel a késő tavaszi, nyári aspektusra jellemző a heves konvektív csapadékesemények megjelenése, így 2011. június 1. és augusztus 23. között 1 perces időintervallumokban gyűjtöttük az adatokat.

A csapadékesemény definiálása

A kezdeti időpont definiálásához egymás utáni két mért adat (0-tól eltérő) jelölte ki a csapadékesemény kezdeti időpontját. A záró időpont megha-

tározása, ennél már sokkal bonyolultabb volt, mivel nem volt egyszerű a “tolerancia” definiálása, az adatsorok tanulmányozása utána (trendek ismeretében) került megállapításra. A végső időpont, így 4 darab (40 perces csapadék szünet) után befejezettnek tekintettük az adott csapadékeseményt.

Az intercepció talajfelszínét elérő csapadékmennyiség vizsgálatához a 7.1 (N574786, E84386) és 7.2 mérőpontok (N574786, E84286, 1. ábra) adatait elemeztük a jelen tanulmányban. A kijelölt két mérőpont közel helyezkedik el egymáshoz, csak a környezeti peremfeltételben különbözik, a 7.1 mérőpont közel 40 éves összefüggő lombkoronaszinttel rendelkező gyertyánosbükösben helyezkedik el, a 7.2-es pedig egy friss tarvágásban. A két mérőpont a Pósa-völgyi vízgyűjtő ÉK-i részén található 350 méter tengerszint feletti magasságban enyhén terephullámos felszínen a vízvásztó közelében (1. ábra). A két mérőpont adatait vizsgálva vizsgáltuk a lombkoronafedettség változását a vizsgált időszakban, valamint a lombkoronafedettség és az intercepció hatását két azonos mérőállomás, mely egymástól 20 méter távolságra van, a különbség csak a növényzet által felfogott víz mennyiségében van.

Borítottság, fedettség és intercepció vizsgálata

A terepi bejárások alkalmával minden egyes esetben rögzítettük digitális tükörreflexes, dslr (digital single-lens reflex) fényképezőgéppel a csapadékmérő edény felett elhelyezkedő kezdetben faágak, majd a későbbiekben a fán található teljes lombzat nagyságát. A fénykép készítése alkalmával fekete-fehér (8 bit, monochrome) fényképeket készítettünk. 18-55 mm átmérőjű objektívet alkalmaztunk, mely teljesen nyitva volt minden egyes fénykép készítésekor (18 mm). A monochrome fényképek százalékos kvantitatív kiértékelése az Arc GIS 9.3-es szoftverkörnyezetben végeztük el.

A fedett mérőponton rögzített csapadékadatokat tekintettük 100%-nak, ehhez arányítottuk a fedetlen mérőponton rögzített értékeket. A fedetlen mérőponton a felszín elérő többlet csapadék mennyisége adja meg az intercepció mértékét, melynek a nagyságát %-ban fejeztük ki.

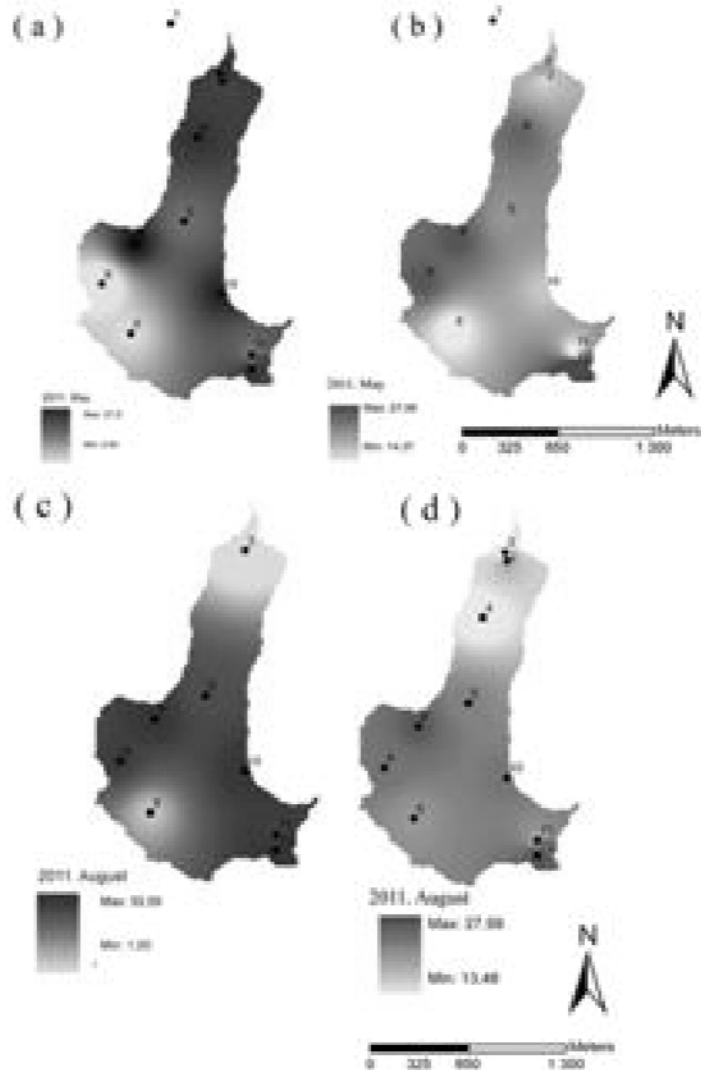
Csapadék adatok

A korábban említett kvantitatív módon a közel 150.000 adatsorból a 7.1 mérőponton közel 38 darab, a 7.2-es mérőponton pedig 50 darab csapadékesemény került leválogatásra. A vizsgált időszakban a 7.1-es mérőállomáson rögzített csapadék mennyisége 386.4 mm volt. 7.2 mérőponton nem csak a csapadékesemények száma, hanem a kumulatív csapadékösszeg is nagyobb volt, mint a lombkoronával fedett 7.1 számmal regisztrált mérőponton. A 7.1 fedetlen mérőponton 505.6 mm csapadék esett. A várt nagyobb párolgás elle-

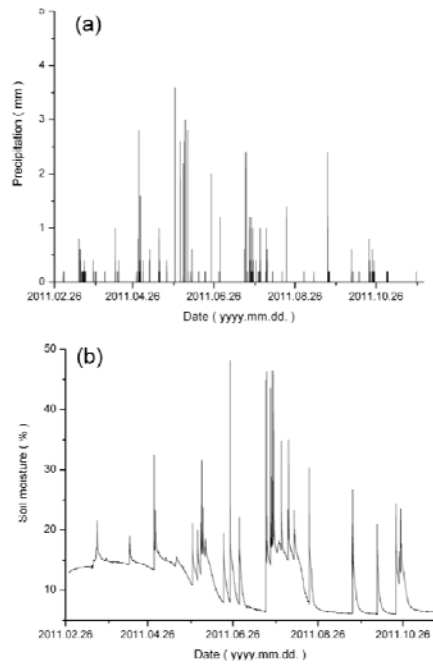
nére fedetlen területen az átlagos talajnedvességi érték is sokkal magasabb volt, mint a fás társulás területén elhelyezett, a 7.2 mérőponton (2. ábra).

Az átlagos talajnedvesség érték a 7.1-esetén 0,148 m³ m⁻³, a 7.2 mérőponton 0,233 m³ m⁻³, azaz pontosan kétszer volt nagyobb a tarvágáson mért érték, mint a fedett terület esetében.

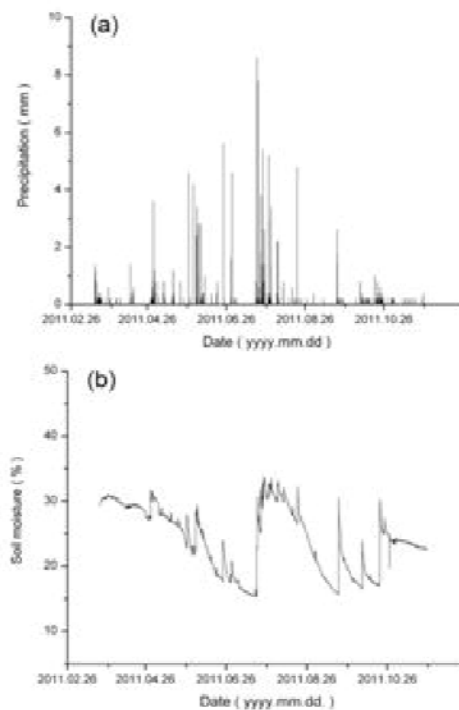
A 3. ábrán, a talajnedvesség értékek kisebb ingadozást mutatnak a vizsgált időszak alatt, s nem tükröződnek a kiugró csapadéértékek a talajnedvesség adatokban.



2. ábra havi csapadékösszeg (a) és a havi átlagos talajnedvességi (b) adatok eloszlása a Pósa-völgyben, 2011 augusztusában.



3. ábra 10 perces csapadékösszeg (a) és a aktuális talajnedvesség (b) eloszlását a 7.1 mérőállomáson február 28 és november 25 között

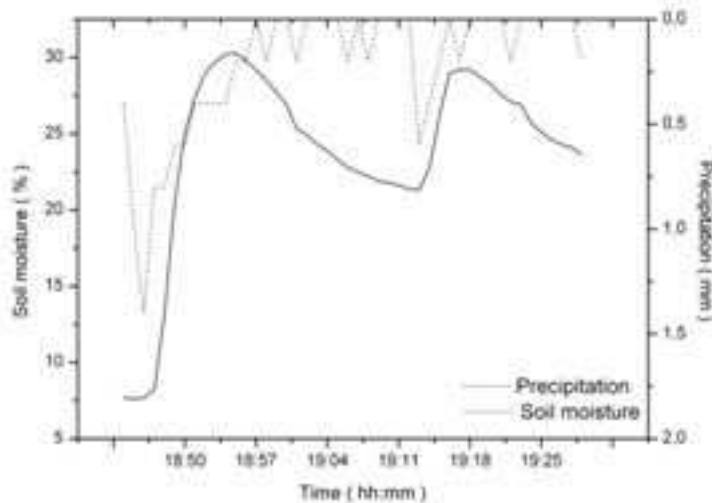


4. ábra 10 perces csapadékösszeg (a) és az aktuális talajnedvesség (b) eloszlását a 7.2 mérőállomáson február 28 és november 25 között

Csapadékesemények a két vizsgált mérőponton

A fedett 7.1 mérőponton a legrövidebb csapadékesemény 30 percig tartott, mely alatt 2 mm csapadék esett. A leghosszabb esemény időtartama 1270 perc volt, a csapadék mennyisége pedig 6,2 mm volt. A maximális csapadék mennyisége 27.8 mm volt, mely 55 perc alatt esett.

Az 5. ábrán bemutatott csapadékesemény alkalmával összesen 10 mm csapadék esett (38 perc alatt). Az ábrán látható, hogy a csapadékesemény kezdetekor a kisebb intenzitású csapadék elsősorban a lombozaton tározódik.



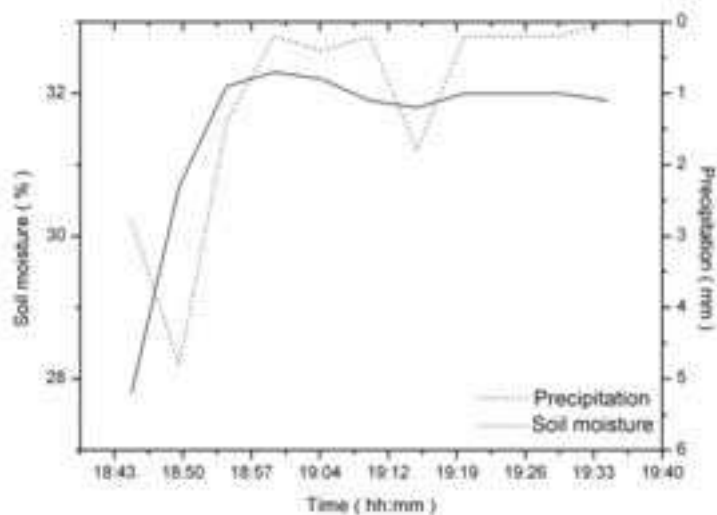
5. ábra A talajnedvesség és a csapadék mennyiségének a változása a 7.1 mérőponton augusztus 19-én.

Természetesen a csapadék megjelenése a talajnedvesség értékének a változásában függ a beszivárgás időtartamától is. A csapadékesemény kezdete után 4 perccel kezdett el a talajnedvesség értéke növekedni, ezen idő alatt 2.8 mm csapadék esett.

7.2 mérőponton a legrövidebb csapadékesemény 60 percig tartott, mely alatt 1.2 mm csapadék esett. A leghosszabb 700 percig tartott, a csapadék mennyisége pedig 11.40 mm volt, a legtöbb csapadék 15.20 mm volt 180 perc alatt esett.

A 6. ábrán látható csapadékesemény összesen 12.2 mm csapadék esett (45 perc alatt), hogy a csapadék megjelenése a talajnedvesség értékének a változása sokkal inkább exponenciálisan változik a leesett csapadék mennyiségének a függvényében.

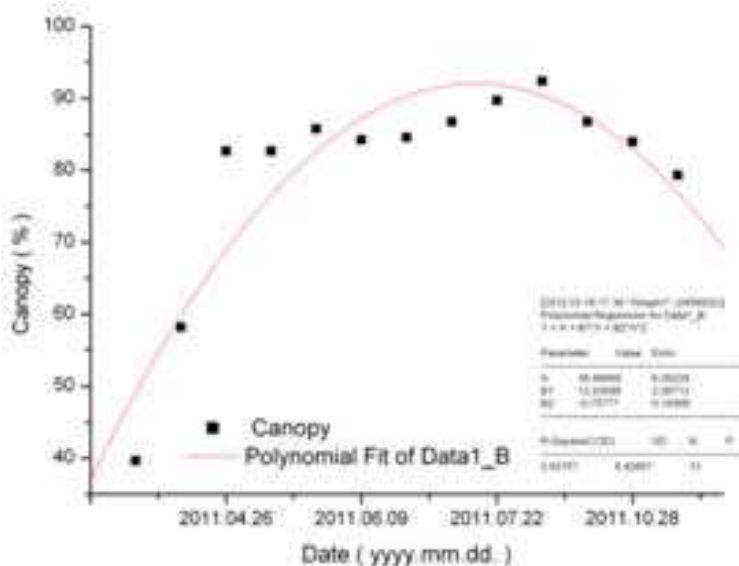
7.2 mérőponton a legrövidebb csapadékesemény 10 percig tartott, mely alatt 1.2 mm csapadék esett. A leghosszabb 700 percig tartott, a csapadék mennyisége pedig 11.40 mm volt, a legtöbb csapadék 15.20 mm volt 180 perc alatt esett.



6. ábra A talajnedvesség és a csapadék mennyiségének a változása a 7.2 mérőponton augusztus 19-én.

Fedettség időbeli változása a vizsgált időszakban

A borítás 28.50 % változott a vizsgált időtartam alatt 93.40 %-ra, 2011 április 6-a és november 17-e között, amely közel 3.2 szerezére változott. (7. ábra)

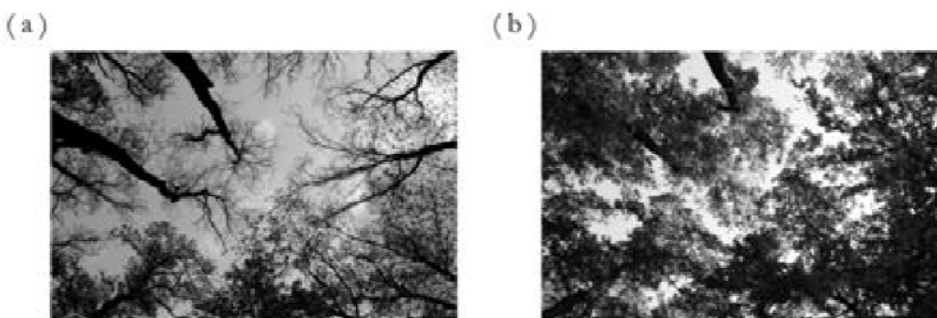


7. ábra A fedettség változása a 7.2 mérőponton 2011. április 6-a és november 17-e között

A fedettség meghatározása során azonban több hibalehetőség is felmerülhetett azonban a trend lefutásának a modellezésére alkalmas a módszer és elég jó megközelítés használható.

- Fújt a szél, melynek következtében a rögzített fénykép nem ugyanazt a térrészletet rögzítette
- Black/White konverzió nem volt teljesen megegyező

A sűrű terepi bejárások (gyakoribb fényképkészítés) természetesen több pont felvételét jelentik az ábrán, így a trendvonal egyenlete is sokkal jobban képes a természetben lejátszódó folyamatot megjeleníteni.



8. ábra A fedettség változása a 7.1 mérőponton 2011.04.15-én (a) és 2011.05.12-én (b)

Következtetések

Bármely numerikus modelleken alapuló hidrológiai előrejelző rendszer fontos része a vízgyűjtő rendszeres környezeti monitoringja, mely mért bemeneti paramétereket szolgáltat a lefolyási modell számára. Azonban több olyan származtatott adatot is meg kell adnunk input adatként a modellek számára, amelyek közvetlenül egy adott időpillanatban például a csapadékesemény kezdetén vagy folyamán közvetlenül nem mérhetők. Ilyen paraméter például az intercepció nagysága. Méréseink alapján a területen fellépő intercepció nagyságrendje közel 2 mm (1. táblázat, 5. ábra, 6. ábra). A csapadékesemény alkalmával az intercepció késlelteti a lefolyást, a leveleken történő víztározás következtében. Egy gyertyános-bükkös esetében a leveleken történő „tározást” vizsgáltuk a jelen tanulmányban (intercepció). A lombzat által visszatartott csapadék késlelteti a csapadék talajra jutását. A csapadékin-tenzitás ismeretében, ez akár néhány perccel is növelheti az összegyülekezési időt, illetve késleltetheti a tetőző árhullámot, az villámárvízi esemény esetén. A káresemények megelőzése érdekében, az időben előrejelzett villámárvíz időelőnyt biztosít a védekezési munkálatok számára, az esetleges kitelepítésekre.

A jelen kutatás eredményeit jól integrálhatók hidrológia lefolyási modellekbe, mint például a HEC-HMS modell bemeneti adatbázisába, mivel a részben feltáratlan kisvízgyűjtők esetében is becsülhető felszínre hullott csapadékösszeg vagy a lefolyásban tapasztalható késleltetés a megfelelő évszaki bontás és lombkoronafedettség ismeretében. Azaz egy téli és egy nyári elsődleges modell alapján becsülni lehet az intercepció mértékét, valamint meghatározható, a talajra érkező csapadék mennyiségét. Ennek következtében a hidrológiai modellek output eredményei tovább pontosíthatók. Az eredményeink alapján megállapítható az is, hogy a csapadékintenzitás értékek alapján az intercepció mértéke nem becsülhető kellő pontossággal.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a Baross Gábor pályázat, REG_DD_KFI09/PTE_TM09 és a TÁMOP-4.2.1. B-10/2/KONV-2010-0002 pályázat támogatta.

The research was supported by the grant of Developing Competitiveness of Universities in the South Transdanubian Region (SROP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0002).

Irodalom

- ESZÉKY O.* (1987): A Bükkösdi-víz felső vízgyűjtőjén tervezhető árvízcsúcs-csökkentő tározók hidrológiai tanulmányterve Pécs, kézirat
- FÜHRER E.* (1984): A csapadék megoszlása és az intercepció különböző hazai erdő társulásokban, Doktori értekezés, Sopron.
- GEORGAKAKOS, K.P.* (1987): Real-time flash flood prediction. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 92, No. D8, 9615-9629.
- GEORGAKAKOS, K.P.* (2002): Hydrometeorological models for real time rainfall-flow forecasting. In(eds.): Singh V.P.-D. Frevert: *Mathematical models of small watershed hydrology-applications* p. 509-655. ISBN 1-887201-35-1
- GEORGAKAKOS, K.P.* (2006): Analytical results for operational flash flood guidance. *Bulletin American Meteorological Society* 317, 81-103.
- GEORGAKAKOS, K.P.-HUDLOW, M.D.* (1984): Quantitative precipitation forecast techniques for use in hydrologic forecasting. *Bulletin American Meteorological Society*, Vol. 65, 1186-1200.
- GRUNTFEST, E-RIPPS, A.* (2000): Flash floods: Warning-mitigation efforts-prospects, in: Parker, D.J.: *Floods*. Vol. 1. Routledge, London, pp. 377-390.
- PIRKHOFFER E.-CZIGÁNY SZ.-GERESDI I.* (2009): Modeling of flash flood event in a small low mountain watershed in SW Hungary.
- VASS P.* (1997): Árvizek a Bükkösdi-patak felső szakaszán. in: Tésits, R. és Tóth J. (eds.): *Földrajzi tanulmányok a pécsi doktoriskolából I.* Bornus Nyomda, Pécs. P.261-285.

A Moesz-vonal jövőben várható elmozdulásának térinformatikai modellezési lehetőségei

Bede-Fazekas Ákos¹

¹Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti Kar, Kert- és Szabadtértervezési Tanszék,
bfakos@gmail.com

Abstract: According to the results of the regional climate models our future climate will be warmer and more arid. It has a high importance that the landscape architecture should become acquainted with the expected change to become able to adapt to it. Therefore, it is necessary to draw the future distribution of the plants or to model the shift of the Moesz-line, which characterizes multiple plants simultaneously, to visualize the extent and the direction of the climate change. Our research aimed to model the Moesz-line and display the results on maps, and compare the different modeling methods (Line modeling, Distribution modeling, Isotherm modeling). The model gave impressive results that meet our expectations. Two of the three proved methods showed that the Moesz-line will shift to Central Poland by 2070.

Moesz-vonal botanikai és tájépítészeti jelentősége

Moesz Gusztáv (1873–1946) botanikus, mikológus, muzeológus nemzetközi szinten mikológiai kutatásai révén vált ismertté. A közép-európai botanika és tájépítészet számára azonban egy több mint száz éve írt – nem mikológiai témájú – publikációja mindmáig meghatározó érvényű. Moesz felismerte, hogy bizonyos növényfajok elterjedési területének északi határa nagyrészt egybeesik, továbbá az így kirajzolódó flóraválasztó vonal a szőlőtermesztés északi határvonala is egyben (MOESZ G. 1911). E vonalat – mely akkor hazánk területére esett, ma Szlovákiában található – később róla nevezték el.

A vonal kirajzolásához Moesz eredetileg a szőlő (*Vitis vinifera*) termesztési területét és 12 növényfaj elterjedési területét vizsgálta, melyek a következők: csinos lengefű (*Aira capillaria* syn. *Aira elegantissima*), dunántúli ziliz (*Althaea micrantha* syn. *Althaea officinalis* subsp. *micrantha*), mezei fejrőze (*Cephalaria transsilvanica* syn. *Cephalaria transsylvanica*), réti iszalag (*Clematis integrifolia*), kék iringó (*Eryngium planum*), pusztai kutya-tej (*Euphorbia gerardiana* syn. *Euphorbia seguieriana*), orvosi kecskeruta (*Galega officinalis*), apró galaj (*Galium pedemontanum* syn. *Crutiata pedemontana*), gumós macskahere (*Phlomis tuberosa*), magyar zsálya (*Salvia aethiopsis*), parlagi sármányvirág (*Sideritis montana*), ékes vasvirág (*Xeranthemum annuum*). A felsorolt 12+1 növényfajon túl utóbb számos fajt kötöttek a Moesz-vonalhoz. Többek között ilyen a szelídgesztenye (*Castanea sativa*, BARTHA D. 2007), a cserszömörce (*Cotinus coggygria*), a virágos kőrös (*Fraxinus ornus*), a csertölgy (*Quercus cerris*) és a ligeti szőlő (*Vitis sylvestris*). Kutatásunkban felhasználtuk a felsorolt növényfajok

elterjedésiterület- és telepíthetőségiterület-térképét, melyek forrásai: MOESZ 1911, MEUSEL 1965, MEUSEL 1978, MEUSEL 1992, TUTIN 1964, EUFORGEN 2009.

A Moesz-vonal nemzetközi irodalomban alig fordul elő, hiszen lokális jelentőséggel bír csak. Fontos hangsúlyozni azonban, hogy kelet és nyugat felé tovább követve a szőlőtermesztés északi határvonalát megkapjuk a Moesz-vonal meghosszabbítását, mely a hozzá kötődő fajok némelyike (pl. epergyöngyike (*Muscari botryoides*), SOMLYAY L. 2003) elterjedésének északi határát a továbbiakban is kirajzolja. Ezáltal az egész európai kontinens számára nagy jelentőséggel bírhat a meghosszabbított Moesz-vonal (és annak modellezése), mert az nem csak a kárpát-medencei flórát és a medencébe telepíthető dísznövényeket jellemzi.

A regionális klímamodellek szerint a következő évszázadban a Kárpát-medence éghajlata melegebbé és szárazabbá fog, mindemellett a szélsőséges csapadékok gyakorisága a melegebb félévben nőni fog (BARTHOLY J., PONGRÁCZ R., GELYBÓ GY. 2007). Ez olyan kihívás elé állítja a tájépítész szakembereket, melyre mihamarabb fel kell készülniük. Az alkalmazkodás szükséges előfeltétele, hogy megismerjék a várható vegetációt és növényalkalmazási lehetőségeket. A nagyobb növények (főként a fák) kifejlődési ideje akár 30 év is lehet téralakítási szempontból, ezért fontos szemléltetni a következő évtizedekben várható éghajlati változást könnyen érthető, szemléletes ábrázolási technikákkal (SHEPPARD 2005). Kutatásunkban a jelenlegi és jövőbeli Moesz-vonal térképi ábrázolással jelenítjük meg a klíma északra tolódását, mely földrajzilag analóg régiók modellezése (HORVÁTH 2008a) mellett jó alternatíva lehet.

Modellezési lehetőségek

A Moesz-vonal várható eltolódását többféleképpen is lehet modellezni, mi három lehetőséget vizsgáltunk (vonalmodellezés, elterjedésmodellezés és izotermamodellezés). Mindhárom módszert az ENSEMBLES RT3 projekt REMO klímamodellje alapján végeztük, mely 25 kilométeres horizontális felbontásban (170 x 190 pont) lefedi Európát. A felhasznált referenciaidőszak 1961–1990 közötti, a modellezett időszakok pedig az IPCC SRES A1B scenárió alapján 2011–2040 és 2041–2070 közöttiek. A modellezést ESRI ArcGIS térinformatikai programmal végeztük.

Az izotermamodellezés a három módszer közül a legkönnyebben megvalósítható. Lényege, hogy megkeressük azt a téli (vagy januári) minimumhőmérsékleti izotermát, amely a leginkább egybeesik a Moesz-vonallal, majd annak elmozdulását modellezzük. A módszer alkalmazásának veszélye, hogy semmi nem garantálja, hogy létezik ilyen izoterma minden flóraválasztó esetén. A Moesz-vonal olyan flóraválasztó, melynek meg tudtuk feleltetni

egy izotermát, így a módszer alkalmazásának kutatásunkban nem volt akadálya. Mivel az izotermamodellezés egy (vagy néhány) éghajlati paramétert vesz figyelembe, igen kevésbé megbízható módszer, pontatlan, és nem feltétlenül ad értelmezhető eredményt. Előnye ugyanakkor, hogy nagyon gyors és nem teszi szükségessé elterjedési területek digitalizálását. A vonalmodellezés az előzőnél jóval összetettebb módszer. Alkalmazásához ki kell rajzolnunk egy nem létező elterjedési területet (a fiktív Moesz-növény elterjedési területét), melynek északi határvonala egybeesik a Moesz-vonallal, déli határvonala lényegtelen, hogy merre fut. A modellezést ezen az elterjedési területen futtatjuk. Viszonylag lassú módszer, ugyanakkor az előzőnél jóval pontosabb eredményt ad. A három vizsgált módszer közül a legösszetettebb és egyben a leglassabb az elterjedésmodellezés, mely a korábban felsorolt 13+5 növényfaj elterjedési/telepíthetőségi területét külön-külön modellezi, majd – mint egykor Moesz Gusztáv – a kirajzolt jövőbeli területek alapján újrarajzolja a Moesz-vonalat. A módszer ugyan nagyon részletes eredményt ad, viszont a végleges vonal megrajzolása meglehetősen szubjektív.

Az izotermamodellezés kissé hasonlít a fagyérzékenységi zónák kirajzolásához, azonban az USDA-zónákhoz képest, mely abszolút minimumhőmérséklettel számol, az izotermamodellezéshez átlagos minimumhőmérsékletet használtunk.

A vonalmodellezés és az elterjedésmodellezés előkészítéseként digitalizáltuk Moesz eredeti térképeit, 20–25 georeferáló ponttal (országhatárok és vízrajz segítségével). Az elterjedésmodellezéshez szükséges volt az egyes fajok elterjedési területét is digitalizálni, hiszen egyedül az EUFORGEN adatok voltak térbeli adattal ellátva. Nem teljes elterjedési területeket vizsgáltunk, mindig csak az elterjedési terület Kárpát-medencébe eső részének északi tömbjét ragadtuk ki, amely déli irányban nem terjeszkedett túl a Moesz-vonalhoz (vonalmodellezés) rajzolt képzeletbeli elterjedési területen. Mivel az északi határvonalat modelleztük, ezért az elterjedési területek ilyenén megcsonkítása nem változtathat az eredményen.

Mindkét módszerhez szükséges volt a klímamodell által szolgáltatott pontszerű adatokat interpolálni, folytonossá tenni. A klímamodellből három paramétert használtunk fel, a havi középhőmérsékletet, a havi minimumhőmérsékletet és a havi csapadékösszeget. A 12 hónapra vonatkozó összes hőmérsékleti adatot figyelembe vettük, a havi csapadékösszegekből pedig a vegetációs időszak (április-szeptember) összcsapadékát képeztük, és azt vettük számításba. Hasonló módszerrel végzett korábbi elterjedésiterületmodellezések tapasztalata alapján a csapadék részletesebb figyelembe vétele mellett nem kapnánk értelmezhető eredményt, mert a klímaváltozás hatására a csapadéértékek más módon/sebességgel tolnának északi irányba, mint a hőmérsékletértékek (BEDE-FAZEKAS Á. 2011).

Mivel északi határvonalat modelleztünk, a hőmérsékletértékek alsó határát figyeltük csak (1×24 paraméter), a vegetációs időszak csapadékösszegének viszont az alsó és felső korlátját is számításba vettük (2×1 paraméter), így összesen 26 logikai feltétel együttes fennállása esetén mondtuk az adott földrajzi pontra, hogy megfelel a klimatikus elvárásoknak. Az elmondottakat az alábbi matematikai egyenlet foglalja össze:

$$\left(\prod_{i=1}^{12} I(\langle T_{mean} \rangle_i^f \geq \langle T_{mean} \rangle_{min}^r) \right) * \left(\prod_{i=1}^{12} I(\langle T_{min} \rangle_i^f \geq \langle T_{min} \rangle_{min}^r) \right) * I \left(\sum_{i=4}^9 \langle P \rangle_i^f \leq \max \left(\sum_{i=4}^9 \langle P \rangle_i^r \right) \right) \\ * I \left(\sum_{i=4}^9 \langle P \rangle_i^f \geq \min \left(\sum_{i=4}^9 \langle P \rangle_i^r \right) \right) = 1$$

A fenti képletben az $I(\lambda)$ indikátorfüggvény értéke 1, ha λ igaz, 0, ha λ hamis. A felső indexben r a referenciaidőszakot, f a jövőbeli időszakot jelenti, az i változó pedig az egyes hónapokon iterál végig.

Az egyes elterjedési területekről (és az első módszer során a Moesz-vonalhoz rajzolt képzeletbeli elterjedési területről) kigyűjtöttük a 25 paraméterre vonatkozó 26 szélsőértéket (25 minimum és 1 maximum), majd ezen tartományok között modelleztük a várható elterjedési területet a referenciaidőszakra és a két jövőbeli periódusra. Valójában a módszer nem az elterjedési területeket rajzolja ki, hanem azokat a területeket, ahol a növény a célidőszakban megtalálja a számára szükséges éghajlati paramétereket. Mivel a kiindulási területek csak a valódi elterjedési területek kiragadott részei voltak, ezért a modellezett területeknek csak az északi határvonala ad értelmezhető eredményt. A kutatásban az edafikus és mikroklimatikus adatokat nem tudtuk figyelembe venni. A referenciaidőszak modellezésével célunk volt kirajzolni a megfigyelt elterjedés és a modell alapján számított elterjedés közötti eltérést.

Modellezési módszerek eredményeinek összevetése

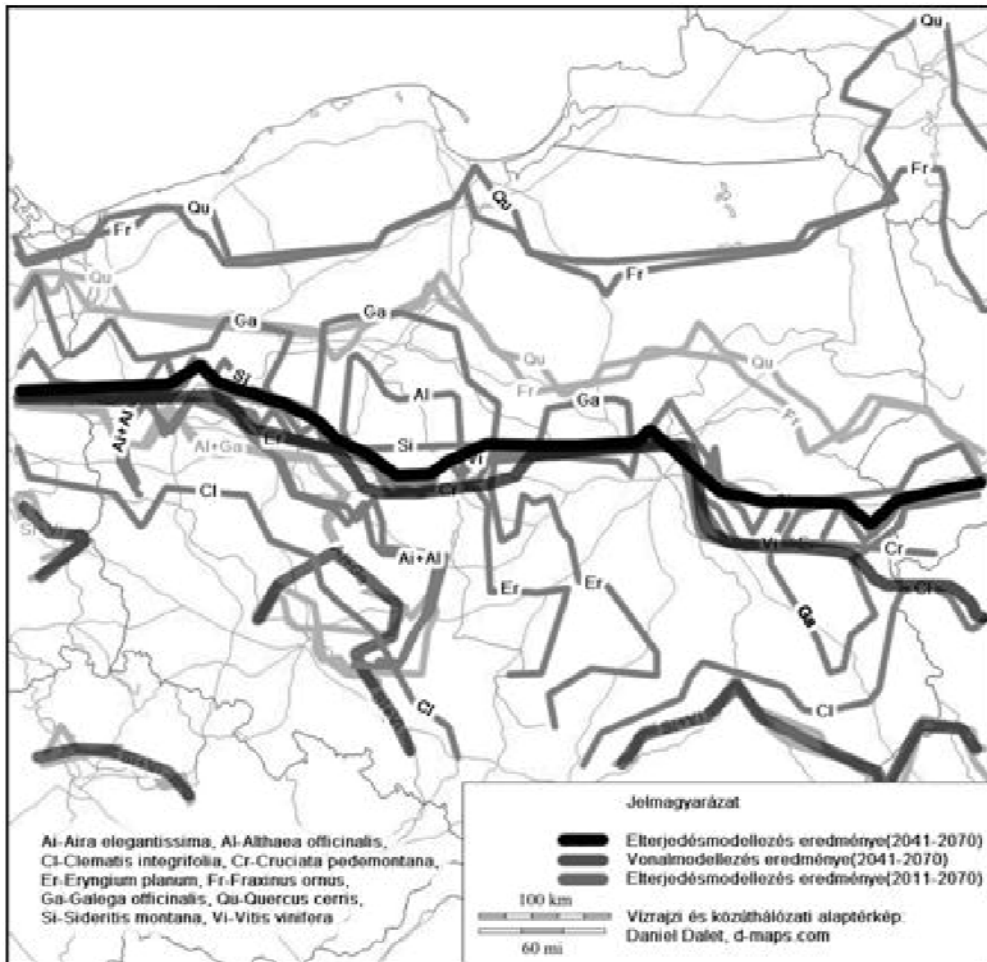
A vonalmodellezés eredménye szerint a referenciaidőszakra modellezett Moesz-vonal nagyjából követi az eredeti vonalat, a felhasznált klímamodell horizontális felbontása mellett ez a pontosság kimondottan jónak mondható. A 2011–2040 közötti időszak várható vonala a várakozásainkkal ellentétben nem mozdult el számottevően északra, sőt, Rimavská Sobota és Tisovec vonalától keletre a referenciaidőszak modellezett vonalától délre fut, Rožňava-tól keletre pedig az eredeti vonalat sem képes már átlépni. Ennek oka további vizsgálatra szorul, feltételezhetően a vegetációs időszak csapadékösszegének alsó korlátja tolja a kérdéses szakaszon a vonalat a várhoz képest ennyire déli irányba. A 2041–2070 közötti időszakban viszont már a várakozásainknak megfelelő eredményt kaptunk. A Moesz-vonal 3 helyen jelenik meg. Egyrészt a Kárpátokon magasabb régióba húzódik, másrészt

viszont a Kárpátoktól északra, Lengyelországban is megjelenik. Értelemszerűen így kialakul az anti-Moesz-vonal, amely a lengyelországi optimális éghajlatú területeknek déli irányban, a Kárpátok felé szab határt. Az eredmények összhangban állnak a Kárpát-medencével földrajzilag analóg régiók modellezésének eredményeivel (HORVÁTH 2008a).

Az elterjedésmodellezés a várakozásainknak megfelelően árnyaltabb képet adott a Moesz-vonal várható eltolódásáról (1. ábra), és ahogy azt sejteni lehetett, a fajok elszakadtak egymástól. Némelyikük már 2011–2040 között megjelent a Kárpátoktól északra (*Althaea officinalis*, *Galega officinalis*, *Sideritis montana*, *Vitis vinifera*, *Fraxinus ornus*, *Quercus cerris*), mások csak 2041–2070 között lépték át a Kárpátokat (*Aira elegantissima*, *Clematis integrifolia*, *Cruciata pedemontana*, *Eryngium planum*). A többi faj a vizsgált jövőbeli időszakban a Kárpátok déli oldalán maradt. Elmondható, hogy a Moesz-vonalat leíró eredeti 12+1 faj sokkal koherensebb elmozdulást rajzolt ki, a Moesz-vonalhoz utólag kapcsolt fajok – mivel azok elterjedését nem pontosan a Moesz-vonal határolja – sokkal diverzebb eredményt adtak. A cser (*Quercus cerris*) és a virágos kőris (*Fraxinus ornus*) elterjedése kiugróan sokat toódik, továbbá egyedül ez a két faj találja meg a közvetlen kapcsolatot a Kárpátokon keresztül a szlovákiai és lengyelországi modellezett elterjedési blokkok között. Elmondható továbbá, hogy a bortermő szőlő (*Vitis vinifera*) és a parlagi sármányvirág (*Sideritis montana*) követi leginkább a vonalmodellezés módszerével kirajzolt 2041–2070 közötti északi vonalat.

Érdekes eredmény, hogy az előző módszerrel ellentétben a 2011–2040 közti időszakra a Moesz-vonal részlegesen átlépi a Kárpátokat, igaz, inkább csak foltszerű elterjedéssel jelennek meg a vizsgált fajok. Ugyanakkor a vonalmodellezésnél egyáltalán nem jelent meg a Kárpátoktól északra a Moesz-vonal.

Az izotermamodellezés a vártnál is gyengébb eredményt hozott. Az a januári minimum-hőmérsékleti izoterma ($-3,86\text{ }^{\circ}\text{C}$), mely a referencia-időszakban nagyrészt egybeesett a Moesz-vonallal, már a referencia-időszakban is megjelent a Kárpátoktól északra, mégpedig nem is a Kárpátok vonalával párhuzamosan, hanem arra merőlegesen. Ennek oka valószínűleg a közeli tengerek kiegyenlítő klímamódosító hatása. Ez azonban a kontinentális éghajlati hatásoknak sokkal jobban kitett Moesz-vonal szempontjából nem vehető figyelembe. Így, függetlenül attól, hogy csak egy vagy több téli hónap minimum hőmérsékletét vizsgáljuk, az izotermamodellezés a Moesz-vonal eltolódásának vizsgálatára nem használható, vagy csak a Kárpátoktól délre eső területen. Az elmondott problémák miatt az izotermamodellezés eredményének részletes értékelésétől eltekintünk.



1. ábra A fajok modellezett elterjedése (világosszürke: 2011–2040, sötétszürke: 2041–2070) az újonnan meghúzott Moesz-vonallal, valamint a vonalmodellezés eredményével

Összegzés

A Moesz-vonal várható északra tolódásának modellezésére három egymástól független módszert próbáltunk ki. Várakozásainkhoz képest a Moesz-vonal eltolódása a 2011–2040-es időszakban jóval kisebb mértékű, a 2041–2070-es időszakra azonban már az előzetes becsléseknek megfelel az eltolódás.

Elmondható, hogy a vonalmodellezés és az elterjedésmodellezés nagyjából hasonló eredményt hozott a 2041–2071 közötti időszakra, míg a 2011–2040 közötti időszakban a Kárpátoktól északra csak az elterjedésmodellezés módszere rajzolta a Moesz-vonalat (igaz, az sem teljes bizonyos-

sággal). Ennek ellenére az utóbbi módszer sem ad annyival pontosabb, használhatóbb információt, amennyi fölösleges munkát jelent több növényfaj elterjedésének egymástól független modellezése. Ezért, a történelmi hűség és Moesz Gusztáv iránti tiszteleten túl nem látunk további érvet, mely az elterjedésmodellezés mellett szólna. Az izotermamodellezés a várakozásainknál is gyengébb eredményt hozott, ezért végül a vonalmodellezés tűnik a munkaarányosan legjobb eredményt adó módszernek.

Jelen módszerek gyengesége, hogy a rendelkezésre álló véges számú éghajlati paraméter végtelen kombinációs lehetőségeiből keveset választ ki, és azokat is önkényesen. Az ehhez hasonló modellezések fejlesztési lehetősége ezért a szubjektív választást megkönnyítő, objektívizáló statisztikai módszerek alkalmazása, vagy az emberi tényezőt teljesen kizáró, ezért teljesen objektív mesterségesintelligencia-módszerek alkalmazása. Ezek közül (döntési fa, evolúciós algoritmus, mesterséges neuronháló) elsősorban a mesterséges neuronháló alkalmazása tűnik jó megoldásnak.

Köszönetnyilvánítás

Különös köszönet illeti a kutatás során nyújtott segítségéért Höhn Máriát (Budapesti Corvinus Egyetem, Növénytani Tanszék) és Horváth Leventét (Budapesti Corvinus Egyetem, Matematikai és Informatikai Tanszék). A kutatást a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0005 projekt támogatta. Az ENSEMBLES-adatokat az Európai Unió FP6-ENSEMBLES integrált projektje finanszírozta, melyet hálásan köszönünk.

Irodalom

- BARTHA D. (2007): A szelídgesztenye (*Castanea sativa*) botanikai jellemzése. Erdészeti Lapok 142(1): 14-16
- BARTHOLY J.–PONGRÁCZ R.–GELYBÓ Gy. (2007): A 21. század végén várható éghajlatváltozás Magyarországon. Földrajzi Értesítő, 51(3-4):147–168
- BEDE-FAZEKAS Á. (2011): Impression of the global climate change on the ornamental plant usage in Hungary. Acta Universitatis Sapientiae Agriculture and Environment 3(1):211-220
- EUFORGEN (2009): Distribution map of Chestnut (*Castanea sativa*). www.euforgen.org
- HORVÁTH L. (2008a): A földrajzi analógia alkalmazása klímaszcenáriók vizsgálatában. In: Harnos Zs., Csete L. Klímaváltozás: környezet – kockázat – társadalom. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- HORVÁTH L. (2008b): Földrajzi analógia alkalmazása klímaszcenáriók elemzésében és értékelésében. Doktori értekezés. Corvinus University of Budapest, Budapest
- MEUSEL, H.–E. J. JÄGER–E. WEINERT (1965): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Band I. (Text und Karten). Jena: Fischer-Verlag

- MEUSEL, H.-E. J. JÄGER-S.-RAUSCHERT-E.-WEINERT (1978): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Band II, Text u. Karten. Jena: Gustav Fischer Verlag
- MEUSEL, H.-E.-J. JÄGER (1992): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Band III. (Text- und Kartenteil). Jena, Stuttgart, New York: Fischer Verlag
- MOESZ G. (1911): Adatok Bars vármegye flórájához. Botanikai Közlemények 10(5-6):171-185
- SHEPPARD, S. R. J. (2005): Landscape visualisation and climate change: the potential for influencing perceptions and behaviour. Environmental Science & Policy 8(6):637-654
- SOMLYAY L. (2003): A *Muscari botryoides* (L.) Mill. hazai alakkörének rendszertani-chorológiai vizsgálata. Doktori értekezés. Debreceni Egyetem, Természettudományi Kar, Debrecen
- TUTIN, T. G.-N. A. BURGES-A. O. CHATER-J. R. EDMONDSON-V. H. HEYWOOD, D. M. MOORE-D. H. VALENTINE-S. M. WALTERS-D. A. WEBB-J.-R. AKEROYD-M. E. NEWTON-R. R. MILL (1964): Flora Europaea. Cambridge University Press, Cambridge, UK

Entrópia alkalmazása a térinformatikában

Berke József¹–Kozma-Bognár Veronika²–Tomor Tamás³

¹ főiskolai tanár, Károly Róbert Főiskola, Gábor Dénes Főiskola, berke64@gmail.com

² kutató, Károly Róbert Főiskola, Pannon Egyetem, kozma.bognar@gmail.com

³ főiskolai docens, Károly Róbert Főiskola, tomor@karolyrobert.hu

Abstract: Az emberiség által eddig gyűjtött információ teljes mértékű digitalizálása, hálózaton elérhető tárolása, szolgáltatása és hatékony feldolgozásának folyamatos fejlesztése kiemelt jelentőségű napjainkban. Ezen folyamatokban fontos szerephez juthatnak az olyan integrált rendszerek, amelyek a fenti szempontok mindegyikének megfelelnek. Jelen publikációban egy hazai fejlesztés példáján keresztül kívánjuk bemutatni, egy ilyen összetett rendszer jellemzőit, melyben jelentős szerep jut egy új adatfeldolgozási technológiának, az információelméleti entrópiára épülő térinformatikai adatintegrációnak.

Bevezetés

A XXI. század egyik alapvető jellemzője lesz, az emberiség által eddig gyűjtött információ teljes mértékű digitalizálása, ezen tudásanyag hálózaton elérhető tárolása, szolgáltatása és hatékony feldolgozásának folyamatos fejlesztése. Ezen folyamatokban kiemelt szerephez juthatnak az olyan integrált rendszerek, amelyek a említett szempontok mindegyikének megfelelnek. Egy ilyen jellegű hazai fejlesztésű összetett, integrált rendszer kiépítésére került sor a REG-EM-09-3-2009-0008, OMF-00561/2010 – „E-kompetencia alapú fejlesztés és szolgáltatás a Gyöngyösi Kistérségben energianövényekre vonatkozóan” című Baross-pályázat támogatásával megvalósuló pályázat keretében. A projekt célkitűzése egy olyan földrajzi információs rendszer kiépítése volt, amely elősegíti az energianövények hatékony termesztését a Gyöngyösi Kistérségben. A projekt időtartama alatt olyan térinformatikai rendszer létrehozására került sor, amely az energianövények hatékony termesztési körzeteinek meghatározásához szükséges fontosabb adatokat és információkat szolgáltatja, segítve ezzel a régió munkahely megőrzési képességének javítását. Az innovációs szolgáltatással a projekt támogatni kívánja a Kistérség munkaerőpiacát, azáltal hogy az energianövények termesztéséhez kapcsolódó kutatási eredményeket közvetlenül elérhetővé teszi a számukra. Az új prioritást jelentő gazdálkodás megvalósításával pedig megalapozottá válik a térség versenyképességének fenntartása.

Anyag és módszer

Az entrópia alapú kutatásainkat a Gyöngyösi Kistérség területén az Észak-Magyarországi régióban végeztük. A 24 települést magába foglaló térség 751 km²-en terül el a Mátraalja vidékén (1. ábra). A Gyöngyösi Kistérségben az ipari szerkezetváltás (kohászat, bányászat megszűnése) követke-

ményeként inkább a mezőgazdaság illetve ezen belül is a megújuló energiaforrások kerültek előtérbe. Bár földrajzi szempontból a régió egy igen változatos képet mutat (déli területe sík, alföldi jellegű, észak felé haladva dombos, lankás területek találhatók, és még északabbra haladva terül el a Mátra), természetföldrajzi adottságai megfelelő termesztési környezetet biztosítanak a különböző bioenergetikában alkalmazható növények számára.

Gyöngyös körzetében több száz hektárnyi olyan terület található, amelyeken az alternatív kultúrákat tekintve eredményes és hatékony gazdálkodást lehetne megvalósítani.



1. ábra A Gyöngyösi Kistérség érintett települései
(forrás: Arc Magyarország adatbázis)

Az adott termőhelyhez (és piachoz) köthető optimális növénykultúra meghatározásához egy komplex földhasználati modell került kifejlesztésre, melynek konstans és változó értékeit mezőgazdasági szakértők határozták meg. A modell kialakításához számos input adatot vettünk figyelembe (közigazgatási adatok, meteorológiai adatok, talajtani paraméterek, topográfiai adatok, területhasználati adatok, távérzékelt adatok, stb.), amelyek részben rendelkezésünkre álltak (BÁLÓ et al. 2011; PÁSZTOR et al. 2010; LÉNÁRT et

al. 2010), ugyanakkor folyamatosan változhatnak, frissülhetnek. Ezen felül nagy geometriai és spektrális felbontású távérzékelte adatok előállításával (BURAI et al. 2010) és feldolgozásával (KOZMA et al. 2010) aktuális információkkal bővítettük adatbázisunkat. Az egyes hatékony termesztési körzetek lehatárolásai során viszont a terület változékonysága nagyfokú heterogenitását mutatott, emiatt olyan módszert kívántunk bevezetni a modellbe, amely a nem homogén területeken adódó eltéréseket, hibákat csökkenti és a lehatárolás eredményét pontosabbá teszi.

A probléma megoldására az infokommunikáció területén eddig gyakorlatban alkalmazott entrópia alapú módszerek modellbe történő beépítését tűztük ki célul. A projekt főbb lépései közé így az entrópia alapú, saját fejlesztésű adatfeldolgozás egyes folyamatai is bekerültek:

1. Növénykultúrák (energianövények) meghatározása
2. Jelenleg rendelkezésre álló adatbázisok (adathiányos területek lehatárolása)
3. A modellhez szükséges input adatok meghatározása
4. Integrált adatbázis létrehozása (szerver beállítás)
5. Földhasználati modell (entrópia)
6. Internetes felület létrehozása
7. Szolgáltatás indítása

Az entrópia

A termodinamikai entrópia fogalmát 1858-ban Rudolf Clausius vezette be, majd Ludwig Boltzmann pontosította (azonos energiával jellemzett makroállapotot megvalósító mikroállapotok számának logaritmus), végül Max Planck közvetlenül számítható formába öntötte:

$$(1) \quad S = k_B \log(W)$$

ahol

S - entrópia

k_B - a Boltzmann-állandó

W - mikroállapotok száma

A termodinamikai entrópia tulajdonságai közé tartozik, hogy a belső energia növekedésével monoton nő, extenzív mennyiség valamint a részleges egyensúlyi állapot entrópiája megegyezik annak az osztott rendszernek az entrópiájával, amelyből keletkezett. Zárt rendszer entrópiája nem csökken, azaz $dS \geq 0$ (a termodinamika II. főtétele)!

1948-ban Claude E. Shannon (SHANNON 1948:27-28) vezette be, majd gyakorlati példán keresztül szemléltette (SHANNON 1951) az entrópia információelméleti fogalmát. Ezek szerint az üzenetek átlagos információ

tartalma (független üzenetek esetén) – entrópiája, az alábbiak szerint határozható meg:

$$(2) \quad H = \sum_{i=1}^m p_i \cdot \log\left(\frac{1}{p_i}\right)$$

ahol

H - az információelméleti entrópia

p_i - az i -edik információ előfordulási valószínűsége

Nem független üzenetek esetén:

$$(3) \quad H = \sum_{i=1}^n P_i H_i = \sum_{i=1}^n P_i \left(\sum_{j=1}^n p_{ij} \cdot \log\left(\frac{1}{p_{ij}}\right) \right)$$

ahol

p_{ij} - az i -edik és j -edik információk együttes előfordulási valószínűsége

Az általunk fejlesztett módszer alapján a földhasználati modell bemenő adatai súlyozott entrópiájának számítása eredményül egy átlagos információtartalmat ad, amely egy adott kimeneti célfüggvénynek (pl. biomassza) feleltethető meg, amennyiben a súlyozások egy adott területen belüli inhomogenitásokat jelölnek. A különböző bemeneti (adott területre jellemző) térinformatikai adatokat, mint független vagy egymástól függő valószínűségi változóknak tekinthetjük, melyek előfordulási valószínűségeit az adott területre jellemző – pl. mintavételi pontok előfordulási gyakorisága – adatok határozzák meg.

A bienergetikai térinformatikai modell eredményeit egy WEB alapú felhasználói felületen tesszük közzé. Az Internetes felület (2. ábra), a térinformatikai innovációs támogató rendszert és szolgáltatást kívánja bemutatni elsősorban a Gyöngyösi Kistérségben található egyéni-, kis- és középvállalkozások számára (TOMOR et al. 2011).

A célközönség számára természetesen külön beléptető felületet biztosítunk, ahol közvetlenül megtalálhatóak a földhasználati modell által létrehozott scenariók. A kinyerhető információk köre a felhasználói jogosultságok mértékének megfelelően változik. A megjelenítés automatizált, általános felhasználói képességeket igényel. A projekthez rendelt Internet alapú felület nyílt eléréssel az energianövények termesztéséhez kapcsolódó egyéb hasznos információkat is tartalmaz, ezzel lehetővé tesszük más érdeklődők kiszolgálását is.



2. ábra Az E-kompetencia alapú fejlesztés és szolgáltatás a Gyöngyösi Kistérségben energiainformációk honlap kezdőoldala (<http://www.energi.hu>)

Eredmények

Az új entrópia alapú módszer földhasználati modellbe történő illesztésével az e-kompetenciára épülő térinformatikai fejlesztés megvalósítása során a Főiskola eddig elért eredményeit fejlesztettük tovább, mellyel egy teljesebb körű, működőképes feladatmegoldást értünk el az alternatív kultúrnövények termesztését illetően. Az integrált rendszer korábban említett bemenő adatai (közigazgatási, meteorológiai, talajtani, topográfiai, területhasználati, távérzékelési) alapján történt gyakorlati összefüggés meghatározásával, független üzenetek (2) vagy nem független üzenetek (3) információelméleti entrópiájának felhasználásával, heterogén térinformatikai adatok egységes kezelésére, valamint súlyozott entrópia alapú számítását valósítottuk meg. Az általunk kifejlesztett módszer alkalmas tetszőleges adatok, esetleges egyedi súlyozásának a figyelembevételére is. Ezen innovatív megoldással célközönség felé szolgáltatott adatainkat pontosságát emeltük, ezáltal eredményesebbé válhat a gazdálkodók adott termőhelyhez köthető optimális növénykultúra választása. A projekt segítségével tehát közvetve tudunk hatni a régióban a versenyképes termékek előállítására, a vállalkozások piaci sikerének megalapozására és hatékonyabb működésére.

Irodalom

- AMBRUS A.–LÉNÁRT CS.–NAGYNÉ DEMETER D. (2010): Az AKG Integrált szántóföldi növénytermesztési célprogramban való részvétel hatása a gazdaságok jövedelmezőségére. Birtokpolitika, Földkérdés, Vidékfejlesztés Országos Konferencia 2010. november 3-4. Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar; [szerk. Dömsödi János]. – Székesfehérvár. pp. 131-133. ISBN 978-963-9883-64-2.
- BÁLO B.–VÁRADI GY.–TÓTH E.–LADÁNYI M.–SZÜCS E.–BURAI P.–LÉNÁRT CS.–BÍRÓ T.–ZSÓFI ZS. (2011): Application of new research approaches in the evaluation of viticultural potential of different terroirs (Preliminary results). 17th International Symposium GiESCO 2011 Group of International Experts of Vitivinicultural Systems for CoOperation Asti – Alba, Italy August 29th – September 2nd, 2011. Le Progres Agricole et Viticole (ISSN 0369-8173).
- BURAI P. – LÉNÁRT CS.–ENYEDI P.–TOMOR T. (2010): Légi szenzorok alkalmazása a vizes élőhelyek térképezésében. Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás. "Az elmélet és gyakorlat találkozása". 2010. június 10-11. Szerk.: Lóki J.–Demeter G. pp. 161-166. ISBN: 978-963-06-9341-7.
- ENYEDI P.–KOZMA-BOGNÁR V.–GONDA C.–TOMOR T.–AMBRUS A. (2011): Bioenergetikai térinformatikai rendszer fejlesztése a Gyöngyösi Kistérség területén. Agrárinformatika 2011 Konferencia. Innovatív információtechnológiák az agrárgazdaságban. Debrecen.
- KOZMA-BOGNÁR V.–BERKE J. (2010): New Evaluation Techniques of Hyperspectral Data. Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics. Volume 8, Number 5. 2010. ISSN: 1690-4524.
- PÁSZTOR L. – SZABÓ J. – BAKACSI ZS. (2010): Application of the Digital Kreybig Soil Information System for the delineation of naturally handicapped areas in Hungary. Agrokémia és Talajtan. 59, 2010; pp.47-56.
- LÉNÁRT CS.–AMBRUS A.–BURAI P. (2010): GPS technológiák alkalmazási lehetőségei és vállalatirányítási rendszerben való szerepe a HAVAS'92 növénytermesztő gazdaszövetkezetenél. 12th International Scientific Days. Károly Róbert College, Gyöngyös, 2010. március 25-26. Eds.: Magda S. – Dinya L. pp. 137-142. ISBN 978-963-9941-09-0.
- SHANNON, C. E. (1948): A Mathematical Theory of Communication, The Bell System Technical Journal, 27: pp.379–423.
- SHANNON, C. E. (1948): A Mathematical Theory of Communication, The Bell System Technical Journal, 28: pp.623–656.
- SHANNON, C. E. (1951): Prediction and entropy of printed English, The Bell System Technical Journal, 30: pp.50–64.
- TOMOR T.–ENYEDI P.–AMBRUS A.(2011): Developing a land use model for bioenergy production for Gyöngyös small region. Land Quality and Land Use Information in the European Union Conference. 2011. 05. 26–27., Keszthely. ISBN 978-92-79-17601-2. ISSN 1018-5593. JRC 61094. LB-NA-24590-EN-C.

Az adatsűrűség hatásának vizsgálata a modellfejlődés és rentabilitás szempontjából két 3D kőzetvázmodell példáján

Bódi Erika¹ – Buday Tamás²

¹hallgató, Debreceni Egyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék, bodi.erika.geo@gmail.com;

²tanársegéd, Debreceni Egyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék, buday.tamas@science.unideb.hu

Abstract: Based on former research partly related to a cross-border cooperation subsidized by the EU 3D geological and hydrodynamical modelling work has not been closed. Further modelling aimed to develop both models of two research areas situated on the Great Hungarian Plane. Hereby we present the outcomes of the model development. We focused on how certain parameters such as depth of the main aquifers and the bottom hole temperature alter by investing more and more money and working hours phase by phase. The purpose of this paper is to make an attempt to clarify the relation between data density and efficiency/rentability by the best use of reliable data, geoinformatical facilities, workforce, time and money. We firmly believe our outcomes may be useful in complex geothermal projects considered especially by local authorities.

Bevezetés

Háromdimenziós földtani és hidrogeológiai modellezések során felmerülhet a kérdés, hogy a rendelkezésre álló geoinformatikai háttér valamint a kitűzött célok függvényében miként optimalizálhatóak a költségek, a munkaidő és nem utolsó sorban maga a modell.

Két alföldi mintaterület példáján keresztül kívánjuk bemutatni, hogy az adatbázis bővítésével hogyan módosulnak a modellek fázisról fázisra. Ennek több szempontból is jelentősége van: a modellezés kivitelezhetősége és költsége függ ettől. Jelen tanulmány célja a modell helyessége és a befektetett tőke közti összefüggés meghatározása, mely elsősorban a kutatás kezdeti fázisában lényeges.

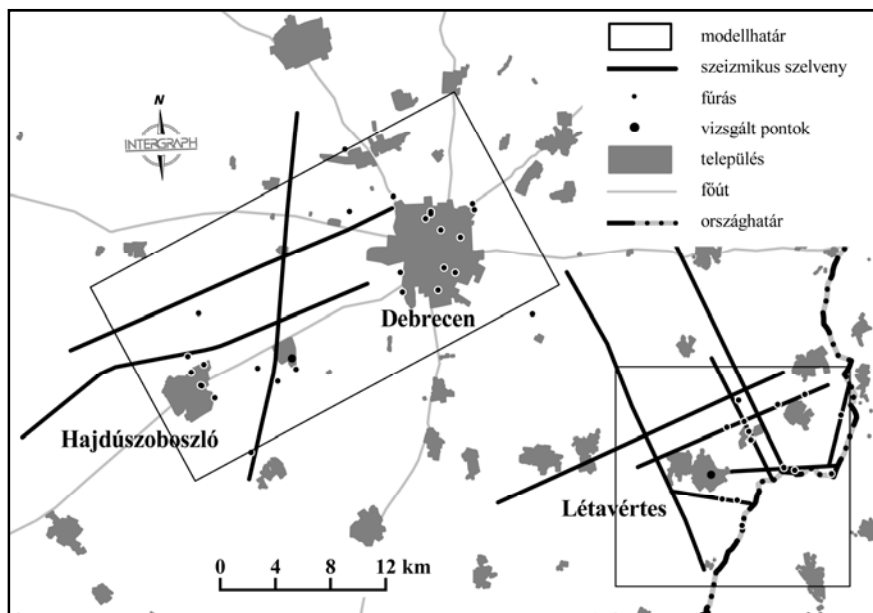
A két terület korábbi pályázati forrásból finanszírozott geotermikus kutatásokhoz köthető: az egyik egy létavértesi (HURO/0801/006, BUDAY et al. 2011a), a másik egy debreceni–hajdúszoboszlói hidrogeológiai modell (TÁMOP–4.2.2–08/1–2008–0017, KOZÁK et al 2011b). A modellezési munkák célja a geotermikus potenciál felhasználási lehetőségeinek feltárása, földhő-hasznosítás tervezése volt, így a modellfejlődést a geotermikus potenciált meghatározó paraméterek változásával azonosítjuk.

Adatok beszerzése

Az adatok nagy részét a pályázatok keretein belül, de nem egyszerre szereztük be. A legfontosabb források a Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, a MOL és az ELGI adatrendszerei és metaadatázisai voltak (BUDAY et al 2011b). Az adatbeszerzés kezdetén nagy segítség volt a KINGA (Közcélú Internetes Geofizikai Adatbázis), amely révén a kutatási

területekre eső szeizmikus szelvények és mélyfúrások metaadatai elérhetőek. Az adatsűrűség kezdeti ellenőrzését nagyban segíti, hogy a különböző metaadatbázisok már egységesen EOVS koordinátákat tartalmaznak (bár egyes fúrások esetében különbözőeket).

A legfejlettebb létavértesi modellbe 15 mélyfúrást és 8 szeizmikus szelvényt, illetve 3 szeizmikus mélységtérképet építettünk be, míg a debreceni-hajdúszoboszlói modell alapját 27 fúrás adta, melyet 3 szeizmikus szelvényel egészítettünk ki (1. ábra).



1. ábra A modellterületek elhelyezkedése

A fúrások jelentős része 1000–2000 m közötti, részben elérték az aljzatot, részben a pannóniai összletekben megálltak. A fúrások eltérő mélység-nél viszont nagyobb gondot okozott eloszlásuk. A létavértesi projekt esetében viszonylag kis területre, és ráadásul a határhoz közel sűrűsödnek a fúrások, míg a tervezett kút környezetében csak 3 fúrás található. A Hajdúszoboszló-Debrecen kutatási területen elsősorban a vízkutak adatai dolgozhatók fel, a szénhidrogénkutak és a környezetükben futó szeizmikus szelvények csak korlátozottan hozzáférhetőek.

Mélyfúrásgeofizikai kutatásainkban elsősorban (látszólagos fajlagos) ellenállás, természetes potenciál (SP) és természetes gamma sugárzás (TG) értékeket, valamint hőmérséklet és termelési értékeket vettünk figyelembe. A kutak egy részének dokumentációja nem teljes, a geofizikai adatok nagyon gyakran csak a mélyebb zónákról állnak rendelkezésre.

Az elérhető szeizmikus szelvényeket nyomvonalaik alapján választottuk ki. Nem egy időszakban, következtetésképpen más-más technológiával készültek. A korai szelvények még papír alapú, a rajtuk végzett korrekciót tekintve „csak” migrált szelvények. A legfrissebbek már digitálisan, SEGY formátumban kaphatóak.

Az adatok beszerzésének két sarkallatos pontja az előkutatási fázisban az anyagi vonzat és az adatok beszerzésére fordítandó idő. A geofizikai karotázsgörbék szkennelésének folyómétere kb. 2000 Ft, viszont ez az ár a nagyon széles dokumentációk esetében megnő. Méretaránytól függően tehát egy darab „átlagos” fúrás mérési adatai tízezrekbe is kerülhetnek. A szeizmikus szelvények átlagos ára 15000 Ft.

A geofizikai adatok beszerzése a fúrások és szeizmikus szelvények esetében eltérő, a karotázások az Adattárban megtekinthetők, és a kiválasztott adatok másolása vagy szkennelése rövid időn belül megtörténik. A szeizmikus szelvények egy része azonban a MOL adattárában található, a kiadásukhoz is a MOL engedélye szükséges, így az Adattár és a MOL közötti hivatalos párbeszéd miatt a szelvények beszerzése akár egy hónapig is eltarthat. ráadásul a szkennelés előtti betekintés is nehezkesebb.

A kőzetváz–modellezés

A litológiai felosztást előzetesen elvégeztük, amelyben a mélyfúrási adatok bírtak kulcsfontossággal (KOZÁK et al. 2011). Az általunk vizsgált formációk pannóniai korúak, kifejlődésüket tekintve a Pannon-tó feltöltődéséhez köthető üledékes kőzetek. Az MTA Rétegtani Bizottsága 1994-ben tett javaslata alapján (JUHÁSZ 1994) az Alföld területére elfogadásra került formációk közül modellezésünk alapját az Algyői Formáció, az Újfalui Formáció és a Zagyvai Formáció képezték. Ezek mellett kijelöltünk még két felületet, a premiocén aljzat tetejét, valamint az alsó-pannóniai feküjének határát. Abban az esetben, ha ez a két felület földtani okokból azonos, akkor minimális vastagságot adtunk a miocén rétegeknek, mely a hidrogeológiai modellezés szempontjából lényeges.

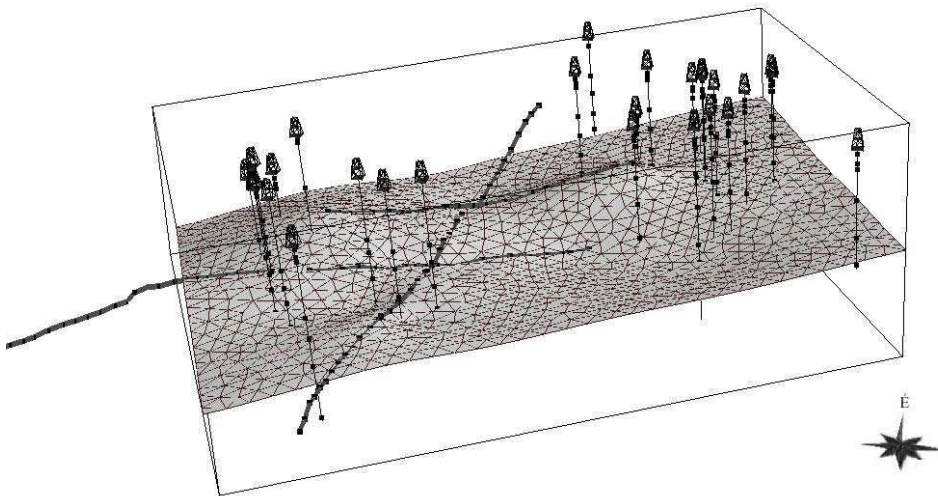
A geoinformatikai modellezés egy többlépcsős folyamat, ennek értelmében fázisokra lehet osztani. A kőzetváz-modelleket a Gocad szoftverrel készítettük el. A modellezési tömbök a területeket lehatároló négyszög koordinátaival és az általunk megadott mélységgel jellemezhetők. A létavértesi modellben a Z irányú tengely nem méter, hanem millisecundum beosztású, vagyis a reflektált hullámok szeizmikus szelvényeken ábrázolt visszaérkezési időit változatlanul hagyva építettük be a modellbe, és ehhez torzítottuk a mélység beosztású mélyfúrási geofizikai görbéket. A hajdúszoboszló–debreceni modellnél a térbeli diszkretizáció pont fordítva történt.

Ami a legfőbb nehézséget okozza mindkét modellben, az a mélység és idő közti transzformáció, amelynek a modellre gyakorolt hatásaira jelen tanulmányban nincs módunk kitérni. Sok esetben a szeizmikus szelvényeken meghatározott reflexiók határfelületek képezik a kőzetváz-modellek gerincét, és a fúrásoknak „csupán” kontroll szerep jut. A hidrogeológiai modellezés a mélyfúrás geofizikai adatokat nem csupán a kőzetvázmodell elkészítésében használja, így a bemutatott kutatásokban mindkét adatforrásra egyformán támaszkodtunk, így szükséges a mélyfúrás és szeizmikus adatok közötti kapcsolat meghatározása.

A bemenő adatok a több évtizede készített mélyfúrásokból származó geofizikai karotázs görbékből, valamint szeizmikus szelvényekből származnak. Ennek megfelelően a bemeneti adatokat pont, vonal, valamint 2D SEG-Y, illetve képfájlok alkották. Ahhoz, hogy ezek a Gocad rendszerében megjeleníthetők és feldolgozhatóak legyenek, megfelelő adatszerkezeteket kellett kialakítani. Ez a munkafolyamat időigényes, hiszen először is a több évtizede felvett nyers adatokat többlepcsős digitalizálási munkák során a kívánt digitális formátumúvá kellett alakítani, majd az összeállt adatbázisból helyes input-fájlokat kellett készíteni. Az adatok importálása után a mélyfúrások litológiai egységeit markerekként rögzítettük, a szeizmikus szelvényeket nyomvonaluknak megfelelően betörtük, és a hidrosztratigráfiai határfelületként is azonosítható reflektáló felületekből vonal típusú adatokat hoztunk létre a szoftveren belül.

Egységenként felületeket képeztünk a markerekből és vonalakból, amelyeken elvégeztük a simító interpolációkat (2. ábra; az interpolációkat a Gocad szoftver egységesen, kevés változtatható paraméterrel végzi). A későbbi hidrodinamikai modellezés miatt feltétel volt, hogy a felületek szigorúan a kutatási box határáig húzódjanak, és ne metsszék egymást. Így a potenciális összemetszések miatt két felület közti minimális vastagság értékeket állítottunk be, és újrainterpoláltuk a felületeket. Azt tapasztaltuk, hogy minél kevesebb volt az adat és minél egyenlőtlenebb volt az adateloszlás, annál több lett az összemetsződés. Különösen a kutatási terület szélén lévő adathiányos területeken jellemző, hogy a program által extrapolált részek földtanilag nem indokolható értékeket vettek fel.

A Gocad geometematikai háttérfunkciói lehetővé teszik, hogy a háromszögekkel leírt interpolált felszínekkel statisztikai lekérdezéseket végezzünk, az adatokat grafikusán ábrázoljuk, illetve szüksége esetén exportálhassuk további számítások céljából. Munkánk során így nyertük ki a mélység- illetve időadatokat a modelltől. A hidrodinamikai modellezőszoftverek általában az $X Y Z$ koordináta-hármasokat vagy a rácshálóban megadott Z koordinátákat részesítik előnyben, melyben a Z koordináta távolság jellegű.



2. ábra A debreceni-hajdúszoboszlói projekt egy modellezési szakasza a második fázisban: az Újfalui Fm. alsó részének fekvésintjét meghatározó elemek és a generált felszín

Modellfázisok

Az egyes fázisok egzakt összehasonlíthatóságának érdekében több paramétert is kiválasztottunk a modell változásának mérésére. Ezek az adatok beszerzésének költsége, a modellre fordított munkaórák száma, az adott vízadó réteg mélysége a tervezett kút helyén (1. ábra), illetve az innen kinyerhető víz várható hőmérséklete. Az ezek közti összefüggések közül kiemelten azt vizsgáltuk, hogy miként változnak a rétegmélységadatok és a vízhőmérsékleti adatok a munkaidő és az adatbázis bővítése, azaz a befektetett pénz növelésével.

Létavértes

Az adatok beszerzéséhez szorosan igazodva négy modellezési fázis követhető végig a létavértesi példán. Ahogy az már fentebb említésre került e modellek Z attribútuma az idő.

Az első modellezési fázisban két szeizmikus szelvény (Vé 10/75 ill. Vé 2/74) és csupán két mélyfúrás állt rendelkezésre. A második fázisban csak a szeizmikus reflexiós térképeket használtuk fel, jöllehet ez csak három felületre korlátozódott (a miocén aljzat, a pannonónia üledékek fekéje, valamint az alsó és felső pannóniai üledékréteg közti határfelület időértékeinek horizontfelületei). A munkafázist és a befektetett munkaidőt vizsgálva ez járt a legkevesebb befektetéssel, ám az eredmény önmagában nem elég megbízható és a modellterület határáig ez volt a legkevésbé kiterjeszhető.

A következő két modellezési fázis az első modellre épült. A terület ÉÉNy–DDK-i és KDK–NyÉNy-i csapású szeizmikus szelvények által jobban fedett lett, és nem utolsó sorban a mélyfúrások zöme is ezekben a munkafázisokban kerültek a modellekbe (1. táblázat). Az adateloszlás a lehetőségekhez mérten kiegyenlítettebbé vált.

1. táblázat A létavértesi modellezési fázisok eredményei

	az adatok beszerzésének becsült ára	befektetett munkaóra	vízadó mélysége a tervezett kútban	a kifolyó víz várható hőmérséklete
1. fázis	35 000 Ft	14.5 h	1 391 m	65 °C
2. fázis	10 000 Ft	2.5 h	1 315 m	61 °C
3. fázis	+ 255 000 Ft	+ 125 h	1 372 m	64 °C
4. fázis	+ 320 000 Ft	+ 145 h	1 524 m	72 °C

Hajdúszoboszló–Debrecen

Annak ellenére, hogy a hajdúszoboszlói–debreceni kutatási területre csak két modell készült el, az összehasonlítást itt is érdemesnek tartottuk elvégezni. Ezt részben az indokolja, hogy az első modellt csak a mélyfúrási geofizikai adatokra alapoztuk, a másodikban viszont már szeizmikus szelvényekkel bővítettük az alapadatokat halmazát. A szeizmikus szelvények közül a DE 27 és DE 29 jelzésűeket 2D SEGY fájlként importáltuk a Gocadbe. A torzitást célravezetőbbnek találtuk ezeken elvégezni, nem pedig a fúrásokon.

2. táblázat A hajdúszoboszlói–debreceni modell fázisainak eredményei

	az adatok beszerzésének becsült ára	befektetett munkaóra	vízadó mélysége a tervezett kútban	a kifolyó víz várható hőmérséklete
1. fázis	54 000 Ft	120 h	1 189 m	81 °C
2. fázis	+ 60 000 Ft	+ 25 h	1 159 m	79 °C

Feltehetően a jelentős számú mélyfúrás alapos feldolgozottsága (hidrosztatográfiai felosztás) miatt sem az adott vízadó réteg, sem a kifolyó víz hőmérsékletében nincs szignifikáns eltérést. Viszont szembeötlő, hogy mennyivel több befektetett munkaidőt igényel 27 mélyfúrásból adatbázist összeállítani.

Következtetések

A modellfejlődést leginkább az határozza meg, hogy milyen lefedettségben és részletességben feldolgozható információhalmaz áll rendelkezésre. Amennyiben korlátozottan építhetőek be a geofizikai adatok, azt tapasztaljuk, hogy az interpolált felületek az adathiányos területeken „torzulnak”, azaz az adatok és a szoftver által használt algoritmusok függvényében, földtanilag indokolatlanul a felületek vagy lefele, vagy felfele tartanak.

A szeizmikus szelvények térbeli kiterjedése lehetővé teszi, hogy a hidrosztratigráfiai egységeket nagy biztonsággal követhessük a modellezési területen, így nagyobb lefedettségben nyújtanak információt a földtani közeg geometriájáról. Megfelelő eloszlásban, egymásra közel merőleges csapású, egymást metsző szelvények a legideálisabbak. A szeizmikus szelvények azonban a réteghatárok mélységéről nem, csak a topológiájáról adnak információt. Ezzel szemben a fúrások mélységadatai pontszerűek, de viszonylag pontos mélységadatokat szolgáltatnak. Ha a modellben alulreprezentáltak a szeizmikus szelvények, a felületeken sokkal több, kisebb egyenetlenség rajzolódik ki.

A fúrásokat is úgy célszerű megválasztani, hogy eloszlásuk lehetőleg egyenletes legyen, és különösen kedvező, ha valamely fúrás a felhasznált szeizmikus szelvények valamelyikébe bevetíthető. Ebben az esetben közel egy helyről kapunk kétféle módon, tehát egymást erősítve, kiegészítve, pontosítva, nyerünk információt. Elmodható, hogy ha kellő számú és megfelelő eloszlású, jó minőségű szeizmikus szelvényre épül a modell, akkor mérsékeltebb számú mélyfúrás is elegendő lehet, ha dokumentációjuk információ-gazdagok. Nem elhanyagolható tény ugyanis, hogy a karotázsok geofizikai adataiból a szivárgási tényező értékeire is vonatkozóan tehetünk megállapításokat, becsléseket. A karotázsok beszerzésekor ügyelni kell arra, hogy az 1:1000 méretarányúak nem alkalmasak litofáciesmeghatározáshoz, ehhez jellemzően 1:200 méretarányú görbék használatosak. Ilyeneket a szénhidrogén-kutató fúrásokban csak a szénhidrogén-termelés szempontjából perspektívus mélységekben készítettek.

Minél több adatot vásárolunk, összességében annál több lesz a modellezésre fordított munkaidő, de mivel a már meglévő adatbázis-szerkezetet csak bővítjük, nem pedig újra összeállítjuk, itt történik némi „megtakarítás”, ugyanakkor a felületeket, illetve az új grideket újra le kell gyártani, és újra exportálni kell, ezen a munkafázison nem tudunk csökkenteni. Továbbá ha az eddigiektől eltérő, új formátumú adatot kapunk (pl. SEGY-fájlt) amit más, az eddigiektől eltérő módszerrel kell a modellbe építeni, szintén megnöveli a munkaidőt.

A tervezett kút alatt lévő vízáadó réteg mélységét és az onnan kinyerhető víz hőmérsékletét tekintve jelentős változás a létavértesi modellben volt.

Végül mind az adatok ára, mind a befektetett munkaidő kb. tizenötször annyi, mint az első modell esetén. Az adatok viszont úgy finomodtak, hogy a vízadó mélysége kb. 150 méterrel mélyebbre „került”, következtetésképpen az innen kitermelhető víz hőmérséklete is nagyobb: 65 °C helyett 71 °C. Ez már jelentős változásnak minősül a tervezés során. Sokkal jelentősebb azonban az a tény, hogy a visszasajtoló kút potenciális helyén az eltérés az egyszerűbb modelltől már meghaladja a 300 m-t.

A hajdúszoboszlói-debreceni modellek esetén minimális az eltérés a mélység ill. hőmérséklet értékeket vizsgálva. A szeizmikus szelvények beépítése a modellbe ugyanakkor egy realisabb geometriát eredményezett, mindenképpen biztosabbá téve ezzel az közetvázmodellt. Bár a hidrogeológiai modellben ezt felhasználni nem tudtuk, de a szeizmikus szelvényeken a vetődések és elnyíródások is kirajzolódtak.

A legtöbb hidrogeológiai, geotermikai célú fejlesztés esetén már a kutatások előkészítő fázisában szükséges a mélyfúrási adatokon felül szeizmikus adatokat is feldolgozni. Abban az esetben, ha a potenciális kút közelében egy vagy több fúrás létesült, akkor a szeizmikus szelvények feldolgozása csupán kis mértékben változtatja meg a közetvázmodellt, ugyanakkor kis fúrásűrűségű területeken alapvető különbségek is lehetnek a különböző adatokon alapuló modellek között. A szeizmikus és mélyfúrás-geofizikai adatokon is nyugvó modellek az adatok beszerzését is beleértve kb. 3 hónap alatt készülnek el, és értékük elérheti az 1000000 Ft-ot is.

Irodalom

- BUDAY T.–PÜSPÖKI Z.–KOZÁK M. (2011a): Szilárd közetváz és hidrogeológiai transzport modellezés Létavértes - Székelyhid környezetében. – kézirat, 43 p.
- BUDAY T. – PÜSPÖKI Z. – KOVÁCS ZS. – BÓDI E. – FEKETE CS. (2011b): Geotermikus modellezés térinformatikai követelményei és létavértesi project alapján. – In: Lóki J- (szerk.): Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában II., Debrecen, 2011. május 19–20., pp. 397–404.
- JUHÁSZ GY. (1994): Magyarországi neogén medencerészek pannóniai s.l. üledéksoarának összehasonlító elemzése. – Földtani Közlöny, 124, pp. 341–365.
- KOZÁK M. – MCINTOSH R. W. – BUDAY T. (szerk.) (2011): Geotermikus rendszerek fenntarthatóságának integrált modellezése Vol. 3. Hidrogeotermikus rendszerek és földtani vetületeik. – Debreceni Egyetem, Debrecen, 140 p.

Az INSPIRE irányelv bevezetése – hozzájárulás a környezetállapot értékeléshez

Bozó Pál¹–Gonda Cecília²–Ambrusa Andrea³–Burai Péter⁴–Kiss Alida⁵–
Bekő László⁶

¹ címzetes főiskolai tanár, Károly Róbert Főiskola, bopa46@gmail.com;

² kutatási koordinátor, Károly Róbert Főiskola, cgonda@karolyrobert.hu;

³ főiskolai adjunktus, Károly Róbert Főiskola, aambrus@karolyrobert.hu

⁴ főiskolai docens, Károly Róbert Főiskola, pburai@karolyrobert.hu

⁵ kutatási koordinátor, Károly Róbert Főiskola, kiss.alida@gmail.com

⁶ kutatási koordinátor, Károly Róbert Főiskola, ifj.beko.laszlo@gmail.com

Abstract: Implementation of INSPIRE directive in Hungary helps to report the state of environment according to EEA's DPSIR framework. In this presentation we are introducing a project that is being developed by a consortium of 6 member Institutes and the project leader Tiszántúli Regional Environmental Authority. In this project we will set up a pilot information system. Using this system we can fulfill the requirements of INSPIRE directives.

Bevezetés

Az európai közösségen belüli téradat infrastruktúra kialakításáról a 2007/2/EK irányelv rendelkezik, mely 2007. május 15-én lépett hatályba (INTERNET-1). Az Európai Bizottság által elfogadott irányelv célja, hogy jogi keretet teremtsen egy Európai Területi Információs Infrastruktúra (INSPIRE) létrehozásához és működéséhez, amely a közösségi politikák kidolgozását, megvalósítását, ellenőrzését és értékelését szolgálja valamennyi szinten, továbbá megfogalmazott elvárás a nyilvánosság tájékoztatása is. Az INSPIRE azzal a céllal indult, hogy összegyűjtse és továbbfejlessze a tagállamok térinformatikai és területi adataira vonatkozó szabványokat az EU-s intézkedések tervezése és megvalósítása érdekében a környezet, közlekedés, az energia és a mezőgazdaság terén (TÓTH S. 2009).

Az INSPIRE irányelv hazai vonatkozásai

Az INSPIRE irányelv hazai jogrendbe való átültetése a környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény módosításával, valamint ahhoz kapcsolódóan, a Nemzeti Környezeti Térinformatikai Rendszer létrehozásáról és működtetéséről szóló 241/2009. (X. 29.) Kormányrendelettel történt meg. Jelenleg előkészületben van egy tárcaközi bizottság felállítása, amely koordinálni fogja az érintett tárcák ezirányú tevékenységét.

Az irányelv több lépésben kerül bevezetésre, 2019-ig:

- I. Az adatkészletek szabványos metaadatbázisainak összeállítása
- II. Téradat készletek és szolgáltatások interoperabilitásának kialakítása

III. Hálózati szolgáltatások (keresés, betekintés, letöltés, transzformáció) létrehozása

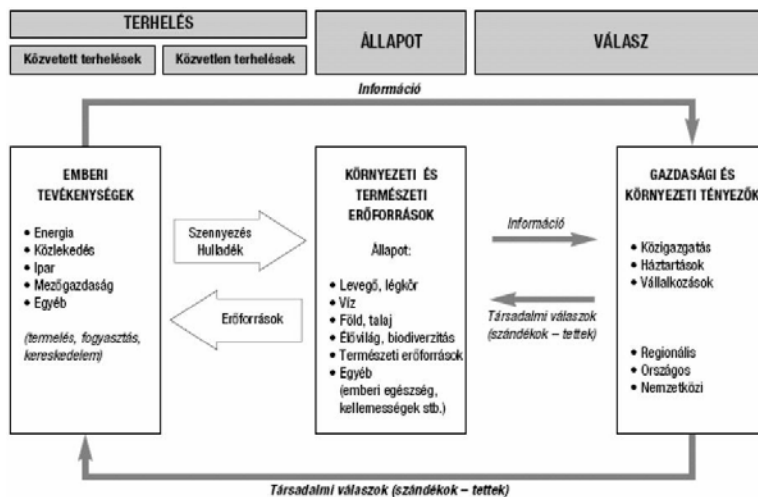
IV. Adat és szolgáltatás megosztás (politika) kidolgozása

V. Monitoringgal és jelentéssel kapcsolatos koordinációk és lépések

A keretirányelvben a különböző érintett téradat témákat is külön részekre bontották és a fenti feladatok végrehajtására az egyes témákhoz kötődően különböző határidőt szabtak (a téradat témák felsorolását az irányelv I. –III. melléklete tartalmazza INTERNET-1).

A környezetállapot értékelésétől az INSPIRE-ig

A legfejlettebb országokat tömörítő, Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezetben (OECD) alkalmazott környezetállapot-értékelési keretrendszert, a széles körben elfogadott „terhelés–állapot–válasz” (pressure–state–response – PSR) modellt (1. ábra) a kanadai Anthony Friend fejlesztette ki az 1970-es években. A rendszer figyelembe veszi, hogy az emberi tevékenység („terhelés”) hatással van a környezetre, és befolyásolja a természeti erőforrások minőségét és mennyiségét („állapot”). A társadalom környezeti, általános gazdasági és ágazati politikákkal, valamint a tudatosság és viselkedés módosításával válaszol ezekre a változásokra („válasz”). A PSR-rendszer előnye, hogy bemutatja ezeket a kapcsolatokat, továbbá segít a döntéshozóknak és a nyilvánosság előtt feltárja a környezeti és más témakörök összekapcsoltságát.



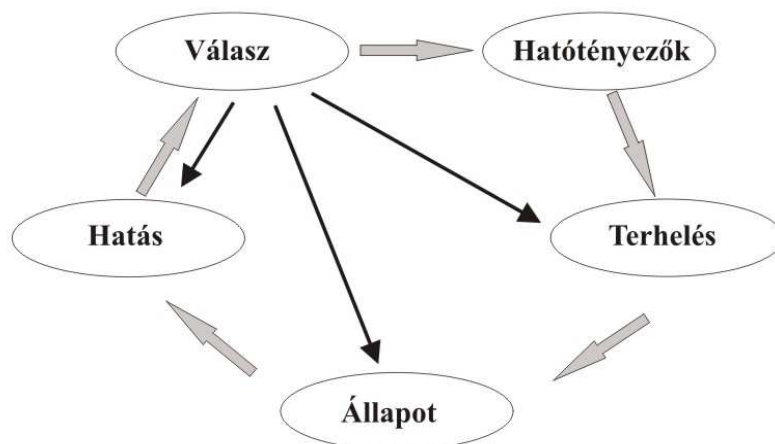
1. ábra A terhelés–állapot–válasz modell

Forrás: SZABÓ E. – POMÁZI I. 2005

Az Európai Unióban az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) foglalkozik a környezeti adatok és információk gyűjtésével, azok értékelésével és közzétételével, ezzel segítve a szakpolitikai döntések előkészítését, megalapozását és a nagyközönség tájékoztatását.

Az EEA és később az Eurostat által is alkalmazott *hatótényezők-terhelés-állapot-hatás-válasz* értékelési rendszer (2. ábra) (driving forces–pressure–state–impact–response – DPSIR) a PSR-rendszer kiterjesztése. A rendszer öt mutatócsaládot különít el, amelyek közül a PSR-rendszerben burkoltan levő közvetlen és közvetett terhelésmutatók itt rendre a hatótényezők és a terhelés mutatóit jelentik, továbbá vadonatúj elemként megjelenik a hatásmutatók családja (POMÁZI I.–SZABÓ E. 2006).

Hatótényezők csoportjába az emberi tevékenységek tartoznak, így a makrogazdasági folyamatok, energia, közlekedés, ipar, mezőgazdaság, idegenforgalom, fogyasztás, népesedés. A környezetterhelés tartalmazza a természeti erőforrások használatát, környezetszennyezést, környezeti folyamatokat, mérgező anyagokat, településekre, hulladék kibocsátásra vonatkozó adatokat. Az állapot a környezet és a természeti erőforrások terhelése nyomán létrejövő helyzet. Légköri folyamatokra, környezeti elemekre és természeti erőforrásokra vonatkozó adatok tartoznak ide. A hatás mutatói biológiai, fizikai rendszerekre vonatkoznak. Ide tartozik az emberi egészség, ökoszisztémák épsége, haszonállatok és -növények, agrár-ökoszisztémák, építmények állaga. Végül a válasz, a káros hatások csökkentésére, kiküszöbölésére irányuló intézkedések. Gazdasági és környezeti tényezőkre vonatkozó adatok, mint közigazgatás, háztartások, vállalkozások, környezetbiztonság és nemzetközi együttműködés (KATONÁNÉ K. J. 2004).



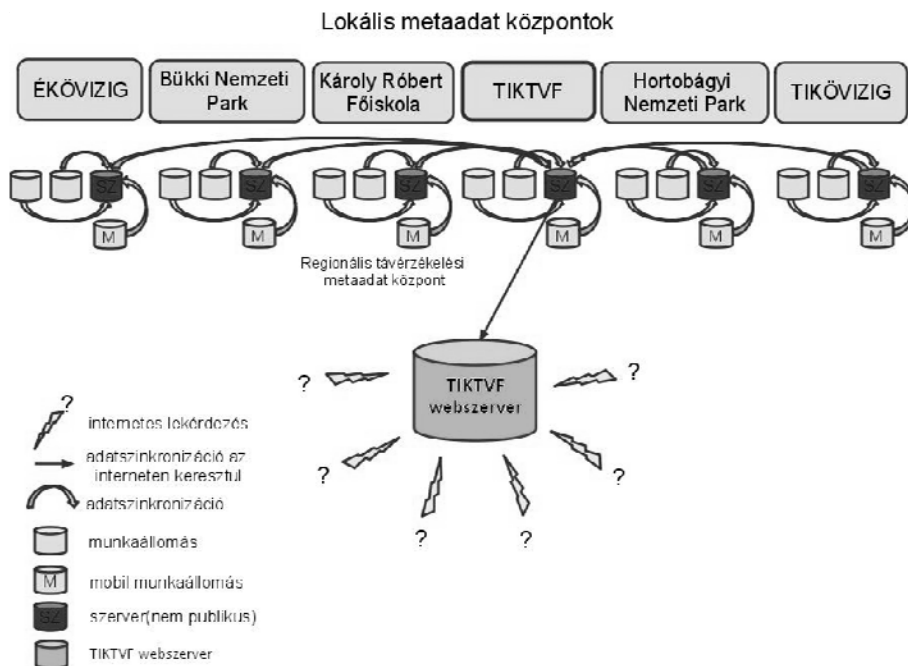
2. ábra A hatótényezők–terhelés–állapot–hatás–válasz modell
Forrás: POMÁZI I. 2006

Mivel a környezet állapotával kapcsolatos adatok jelentős része térben helyhez köthető, ezért indokolt a térinformatikai eszközök alkalmazása. Jelenleg mind európai, mind nemzeti szinten jellemzően nehezen hozzáférhető, bizonytalan pontosságú, eltérő vetületi rendszerű, más-más térinformatikai rendszerben kezelhető, különböző adatbázisokban tárolt, számos esetben redundáns adatok vannak jelen. Ezekből kifolyólag használatuk bonyolult, körülményes, így sok esetben előállítási költségük nem térül meg. Ráadásul az eddig kiépült térinformációs infrastruktúra nélkülöz mindenféle szabályozást. Ez számos problémát felvet mind a hatósági feladatok, mind az összeurópai, vagy csak egyszerűen határon átnyúló feladatok hatékony ellátása terén. A környezet állapotának értékeléséhez tehát sokféle, több forrásból származó adatot kell feldolgozni. Ahhoz, hogy a különböző forrásokból származó adatok egy rendszerben kezelhetők legyenek, szabványos eljárásokra van szükség: egységes katalógus rendszerre, metadatbázisra, betekintő és letöltő szolgáltatásokra, adathozzáférési politikára. Mindezek együttesen biztosítják a megfelelő döntések előkészítését, és meghozatalát.

Az INSPIRE irányelv gyakorlati bevezetése érdekében a Tiszántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi Felügyelőség konzorciumi partnereivel együtt pályázatot nyújtott be egy mintarendszer létrehozására, amely később alapot jelenthet az irányelv hazai végrehajtásához és a rendszer országos bevezetéséhez. A projektben résztvevő intézmények áttekintik az adatbázisait, létrehoznak metaadat szolgáltatást és megosztják egymással adataikat, továbbá betekintő szolgáltatást hoznak létre a nagyközönség számára. Mivel a projektben résztvevő intézményeknél a szükséges adatoknak csupán egy része található, illetve mivel az INSPIRE szerinti szolgáltatások teljeskörű megkezdése csak későbbre várható, ezért az irányelv II. és III mellékletében szereplő, de jelenleg még nem definiált adatkörök meghatározásához kiegészítő adatok beszerzését, illetve előállítását is célul tűztük ki (pl.:biomassza meghatározása, légifotók stb.). Fontos feladat továbbá a korszerű távérzékelési módszerrel (hiperspektrális felvételezés) nyert adatok metaadat- struktúrájának a kialakítása, és ezen adatokra vonatkozó betekintő szolgáltatások módszertanának kidolgozása is. A hiperspektrális csatornák jó része az emberi szem számára láthatatlan tartományba esik, így megfelelő transzformációs és vizualizációs módszert kell kidolgozni a szolgáltatás széleskörű igénybevételének biztosítása érdekében. Ily módon, olyan INSPIRE rétegek esetében, (pl. a talaj, természeti zónák, biogeográfiai régiók, stb.) amelyekről hagyományos módon csak nehézségek árán kaphatunk egy adott térséget jellemző információt, a távérzékelés segítségével könnyebben és hatékonyabban tudjuk előállítani azokat.

A projektben résztvevő intézmények mindegyike kiépíti a meta- és egyéb adatainak tárolásához, kezeléséhez szükséges infrastruktúrát. A projekt résztvevőnként felállított szerver csatlakozik a központi szerverhez, amely

biztosítja az elérhetőséget a partnerek között, valamint a nagyközönség felé (3. ábra). A projektgazda szerepe ebben az esetben, a saját adatainak kereshetővé tételén és megjelenítésén túl, a többi szolgáltatás összefogása, koordinálása, továbbá azok elérhetőségének biztosítása lesz.



3. ábra Mintarendszer felépítése
Forrás: KEOP-7.3.1.3./09-2009-0012

A kiépítendő rendszer egy virtuális központi adatbázissal épül fel. Ebből adódóan nagy szerepe van a hálózati kapcsolatnak, mivel ez biztosítja a szerverek közti kommunikációt. A metaadatok előállítását és karbantartását résztvevőnként egy-egy, a projekt során kifejlesztendő applikációval oldjuk meg. A rendszer kapcsán fontos megjegyezni, hogy minden adat az adat előállítójánál marad, és csak az kerül a nagy nyilvánosság számára elérhetővé, amit az adatgazda megoszt. A szolgáltatást nyújtó szerverek fizikailag a TIKTVF-nél lesznek telepítve, a résztvevő intézmények az adatok feltöltéséért és frissítéséért fognak felelni. A megvalósítani kívánt rendszerben a közösségszolgálati modult alkalmazhatóvá tesszük a metaadat szolgáltatások, a betekintő szolgáltatások nyújtására, továbbá lehetővé tesszük a letöltéseket is, ezzel szinte teljesen INSPIRE előírás szerinti funkcionalitást biztosítunk, csupán az átalakítási és beépítési funkciókat kell kialakítani a későbbiek folyamán, hogy 2019-ig az INSPIRE direktíva teljes bevezetéséig annak teljes mértékben megfeleljen.

Összefoglalás

Az Európai Unió tagországaiban - így Magyarországon is - széleskörű nemzetközi együttműködésben folyó munkák célja, hogy az INSPIRE irányelvben megfogalmazott szabványos rendszerek jöjjenek létre, amelyek környezeti információk gyors és könnyű elérhetőségét biztosítják majd. A kialakítandó rendszerek célja a különböző szervezetek kezelésében lévő adatok kereshetőségének és elérhetőségének biztosítása. A szabványos megoldások hozzájárulnak a költségek leszorításához és megfelelő alapokat adnak a környezeti döntések meghozatalához, a környezeti politikák hatékony alakításához, a nagyközönség tájékoztatásához. A Tiszántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi Felügyelőség által a konzorciumi partnereivel együtt kialakítandó mintarendszer ehhez a folyamathoz, az INSPIRE irányelv magyarországi bevezetéséhez kíván hozzájárulni.

Irodalom

- KATONÁNE K. J.* (2004): Környezeti mutatók – Agrár-környezeti mutatók. Acta Agraria Debreceniensis Különszám. Debrecen. pp. 248-255
- OECD* (2008): OECD Környezetpolitikai Teljesítményértékelések Magyarország. Magyar kisadás: Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium. 254p.
- POMÁZI I. –SZABÓ E.* (2006): A környezeti mutatók alkalmazásának nemzetközi és hazai tapasztalatai. Statisztikai Szemle. 84. évf. 10-11. szám. pp. 996-1017.
- SZABÓ E. –POMÁZI I. (szerk.)* (2005): OECD Környezeti Adattár 2004. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium. Budapest.
- TÓTH S.* (2009): A földmérés és térképészet szerepe a nemzeti téradat infrastruktúrában. Geodézia és kartográfia pp. 3-6.
- KEOP-7.3.1.3./09-2009-0012/* - „Az INSPIRE irányelv bevezetése és gyakorlati alkalmazása az e-környezetvédelem területén”
- INTERNET-1:* <http://www.kvvm.hu/index.php?pid=9&sid=50&cid=300>

Helyzetalapú szolgáltatások geolokalizációs információigényének klasszifikációja

Brachmann Ferenc¹

¹ tudományos segédmunkatárs, Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar, Matematika és Informatika Intézet, brachmann.ferenc@ttk.pte.hu

Abstract: Location-based services are an ever-growing technological trend in mobile computing. With the massive use of inexpensive geolocation technologies, data quality and performance of geolocation services are an ever rising challenge. Accuracy and time considerations have to be taken into account when developing and deploying location-based services. The paper discusses the geolocation data requirements of location-based services and proposes a model framework for the interactive handling of geolocation-data to improve performance and quality aspects of these services.

Bevezetés

A helyzetalapú szolgáltatások gyors ütemben való terjedését a geolokalizációs technológiák széles körben való elterjedésének köszönhetjük. A GPS technológia relatíve alacsony bekerülési költsége mellett manapság már meghatározó technológiai vállalatok működtetnek Wi-Fi-alapú, globális adatbázisokra építő pozicionálási technológiákat, illetve a mobil hálózatoperátorok is igyekeznek a GSM/UMTS bázisállomásokra épülő technikákat üzemeltetni, melyek mind-mind eltérő pontossági-, illetve performancia-paraméterekkel rendelkeznek, mint a már megszokottnak tekinthető GPS.

A helyzetalapú szolgáltatások azonban különböző geolokalizációs információigényt támasztanak a mobil eszközökkel – ezen keresztül a geolokalizációs szolgáltatásokkal – szemben. Minden egyes szolgáltatás – jellegéből fakadóan – eltérő pontossági- és performanciaigénnyel bír, mely helyzetet a jelenlegi geolokalizációs technológiák semmilyen formában nem kezelik. Ebben a helyzetben szükség mutatkozik egy olyan egységes elméleti modell felállítására, melyben az egyes szolgáltatások képesek kommunikálni saját információigényüket a geolokalizációs szolgáltatások irányába, mind pontossági-, mind performancia (sebesség) igényük jobban kielégíthetővé válik.

Jelen munka célja egy egységes modell felállítása a helyzetalapú szolgáltatások információigényére, valamint a nyújtandó információ performanciakritériumaira vonatkozóan.

Elméleti háttér

A téma pontos tárgyalása néhány elméleti alapvetés tisztázását, teszi szükségessé. A helyzetalapú szolgáltatások valamint a helymeghatározási (geolokalizációs) szolgáltatások (más néven CoLocation Service-ek) pontos

elkülönítése érdekében tisztázandónak tartjuk, hogy míg a helymeghatározási szolgáltatások a mobil eszközök számára átadják a pozíció adatot, a helyzet-alapú szolgáltatások ezen adat alapján nyújtanak értéknövelt szolgáltatásokat a felhasználók számára (TAKÁCS Gy. 2008, 21 alapján). Fontosnak tartjuk megemlíteni azonban, hogy a technológia fejlődése a fenti fogalmak csiszolását teszi szükségessé: manapság nem beszélhetünk ezen szolgáltatásokról csupán a mobiltelefonok kontextusában. Elég csak az autóba épített navigációs szolgáltatásokról, vagy az oly népszerű tábla PC-ről említést tenni. A PC-n működő, IP-alapú geolokalizációs technológiákat nézve, a fogalom kiderjedt az otthoni szórakoztató elektronika világába is.

Mind a technológia, mint a tartalomkezelés, megadta az alapot a helyzet-alapú szolgáltatások létrejöttéhez, amiből számtalan található. (BRACHMANN F.–BAGÓ P. 2011)

A geolokalizáció folyamata, résztvevői

A helyzet-alapú szolgáltatások működéséhez elengedhetetlen a helymeghatározás, amely lehetővé teszi a szolgáltatások helyzetérzékenyé válását. A folyamatban található fontosabb szerepköröket (KÜPPER 2005 alapján) az alábbiak szerint ismertetjük:

1. **Célpont** - Személy vagy eszköz, amelynek a pozícióját mérni kívánjuk. Ez lehet egy eszköz vagy egy szoftver-szolgáltatás.
2. **Forrás:** Az a berendezés, hálózati infrastruktúra vagy szoftver-szolgáltatás, melytől a helyzetinformáció származik.
3. **Helyzetmérő rendszer:** Az előbbi forrás meghatározásához használt egyéb rendszerek, GSM-nél a bázisállomások, GPS-nél a műholdak helyzete, ill. egyéb kiegészítő szolgáltatások a pontosság érdekében, pl.: időkéleltetést számoló rendszerek.
4. **Helyzet-alapú szolgáltatás:** Az alkalmazás, amely felhasználja a helyzetinformációt.
5. **Tartalomszolgáltató:** Az előző, 4. ponthoz szolgáltat tartalmat, például az ATM automaták helyzetét.
6. **Felhasználó:** Személy vagy más szolgáltatás, ami a helyzet-alapú szolgáltatást felhasználja. Nem feltétlenül egyezik a Célpont személyével, pl. Követő-, felügyeleti vagy flottamenedzsment szolgáltatások esetében.

A módszer tekintetében az eszköz elhanyagolható (vagy nem releváns) jelentőségű. Lehet akár GPS vevő készülék vagy mobiltelefon, amit háromszögélések egyikével lehet megtalálni, a fenti rendszer minden esetben ugyanaz.

Ezen modellben a felhasználó a célpontról mindössze egy kétdimenziós (a magassági- és egyéb kiegészítő adatoktól jelen esetben eltekintünk)

pozícióadatot kap, a helyzetalapú szolgáltatásnak szoftveresen kell kezelnie a pozícióadat bizonytalanságából fakadó kihívásokat-, varianciát, illetve időbeniséghez köthető problémákat. Ebből fakadóan a helyzetalapú szolgáltatások szinte teljeskörűen kiszolgáltatottak az alkalmazott geolokalizációs technológiának, technológiáknak. A helyzet problematikus jellegét a nagy mobiloperációsrendszer szállítók is felismerték: mind a Google, mind az Apple olyan zárt geolokalizációs szolgáltatást igyekszik a helyzetalapú szolgáltatásokat fejlesztők számára nyújtani, mely az elérhető technológiáktól függetlenül képes pozícióadat-átadásra, elfedve a technológiák mélyebb rétegeit. Ezen megközelítés továbbra is félmegoldás: a helyzetalapú szolgáltatások csak információigényüket képesek egysíkú kérdés-válasz alapon továbbítani a geolokalizációs szolgáltatás felé. Így a visszakapott pozícióadatnak nincs részletes leíróadat-tartalma, mely támogathatná az alkalmazásfejlesztőket a hatékonyság és a teljesítmény javításában.

Tipikus geolokalizációs technikák, technológiák

A következőekben ismertetésre kerül a jelenleg a világon alkalmazott 7 meghatározó geolokalizációs technika, illetve technológia. A lista egyfajta fejlődéstörténetet is bemutat.

1. Manuális-, nyílt adatbevitel

A helyzetalapú szolgáltatások nem az automatizált geolokalizációs szolgáltatások megjelenéséhez köthetőek: az első mobiltelefon pozícióadatot felhasználó helyzetalapú szolgáltatások a felhasználó által történő manuális adatbevitt (irányítószám sms-ben történő elküldését) igényelték. Bár ezen kezdetleges technika a 2000-es évek elejére a GPS technológia mobiltelefonokban való megjelenésével gyorsan háttérbe szorult, de majd látni fogjuk hogy a manuális adatbevitel a legtöbb helyzetalapú szolgáltatásnak – sajnos – ma is része.

2. IP-alapú és egyéb zárt, automatizált rendszerek

A teljesség kedvéért szükséges megemlíteni azon zárt-, illetve önálló technológiákat, melyek fix adatbázisokból valamilyen leíró vagy autentikációs adat alapján határozzák meg az eszköz pozícióját. Ezek közül az IP-geolokalizáció a legelterjedtebb. A technika fontos hátulütője, hogy bár gyors, alkalmazhatatlan 3G/4G környezetben, hisz a mobilszolgáltatók nem pozíció alapján osztanak IP-t az egyes mobil eszközökre. Fontos megemlíteni továbbá a technika – adatminőségéből, fakadó – pontatlanságát, mely akár 100 km-es nagyságrendű tévedéseket is képes produkálni.

3. *Műholdas technológiák*

A műholdas geolokalizációs technológiák úttörője a GPS technológia. A technológia óriási áttörést hozott a helyzetalapú szolgáltatások terén, mivel relatíve alacsony költséggel, a korábbi technikákhoz képest óriási funkcionális, valamint pontossági fejlődést volt képes felmutatni egy mobil eszköz ad-hoc pozicionálása terén. Ennek a technológiának köszönhetjük a területen máig is meghatározó autós navigációs eszközök tömeges térnyerését. A technológia azonban számos hiányossággal, korláttal jár, (pontosság, elérhetőség, zajérzékenység). Ezen a téren az Európai Unió Galileo programja hoz majd várhatóan áttörést: bár a technológia lényegesen fejlettebb lesz funkcionálisan az ingyenes GPS-hez viszonyítva, azonban üzleti modelljéből – valamint a műholdak akadozó fellövési üteméből – fakadóan széles körű alkalmazása még várat magára.

4. *Földi rádióhálózatokra építő technológiák*

A lassú, körülményes, beltérben nem működő és időjárásiról is érzékeny GPS technológia az LBS (Location-Based Services) technológiák fejlődésével egyre inkább nehezítette a pozicionálást: szükséges volt új, alternatív megoldások kialakítására. Erre tett kísérletet több megoldásszállító (melyek közül tán a SkyHook a leginkább említésre méltó, a maga 250 millió pontból álló, a világ lakott területének 70%-át lefedő adatbázisával), masszív, globális WiFi hálózati adatbázist építve a mobil eszközökön észlelt aktív IEEE 802.11 eszköz bemért pozícióadataiból. Ezen technológia legfontosabb előnye a gyorsaság illetve az alacsony energiaigény. Mindkettő hozzájárult ahhoz, hogy a hibrid geolokalizációs technológiák urbanus környezetben széleskörű terjedésnek indulhassanak.

Fontos azonban megemlíteni, hogy ezen technológia komoly biztonsági kérdéseket vet fel: házi körülmények között is könnyen becsapható, mindössze egy MAC-cím replikálásra alkalmas aktív IEEE 802.11 hálózati eszközzel pillanatok alatt bármely adatbázisban szereplő MAC-cím helyére geolokalizálhatjuk magunkat.

5. *Hibrid pozicionálási rendszerek*

A jelenleg piacvezető okostelefon platformgyártók (Google, Apple) önálló törekvéseinek köszönhetően az utóbbi néhány évben automatizált, több technológiát integráló geolokalizációs szolgáltatások a meghatározóak. Ezen technológiák igyekeznek egyesíteni a különböző technológiák nyújtotta előnyöket, javítva a teljesítményt, pontosságot, valamint az áramfogyasztási jellemzőket, azonban alap-

vetően továbbra is egyirányú, kérdés-válasz alapú megoldást biztosítanak.

6. *Beltéri rádióhálózati technológiák*

A GPS technológia korlátaiból fakadó kihívások a geolokalizációs technológiák fejlődését két irányba szabták. A sebesség-, illetve energiaigényhez köthető kihívásokat a földi rádiós-, majd a hibrid pozicionálási technológiák igyekeztek orvosolni, míg a beltéri funkcionalitás kezelésére külön megoldások születtek.

A beltéri pozicionálás kérdésköre rendkívül sok és nagy legyőzendő technológiai korlátot hordoz magában. Egyfelől a hagyományos rádió-alapú technológiák beltéri környezetben óriási varianciát mutatnak, változatlan környezet esetében is, másrészt a beltéri geolokalizáció egy másik fontos információs előfeltétellel bír: ez pedig az alaprajz. Az épített környezetek sajátosságából fakadóan beltéri geolokalizáció a mai napig nem megoldott kérdés. Bár léteznek szoftveres megoldások (pl. Fraunhofer intézet Awiloc technológiája), azok csak a geolokalizáció szoftveres infrastruktúráját biztosítják, igyekeznek háttérrel biztosítani a mérési variancia kezelésére, de a méter-pontos ad-hoc geolokalizáció még távoli célnak tűnik csupán.

A valódi beltéri geolokalizáció a következő funkciók, illetve információk együttes elérhetőségével valósítható meg:

- Alaprajz, beltéri térkép
- Ezen térben való pontos elhelyezkedés

A listából jól látható hogy ezen feltételeknek nem felelnek meg a beltérben ugyan működő, de valódi beltéri geolokalizációt nem végző technológiák (pl. WiFi-alapú vagy hibrid pozicionálási technológiák).

7. *Zárt listás manuális adatbeviteli technika*

Egy könnyen elfelejtett, de mindenképp említést érdemlő geolokalizációs technika figyelhető meg a mai LBS-alkalmazások szinte mindegyikénél. Ez pedig a pozícióadat alapján lehetséges, releváns POI-k, objektumok listája, melyből a felhasználó kiválaszthatja a számára releváns objektumot. Ez a manuális adatbevitel bár értelmezhető részben kényelmi funkciónak is, de valójában a legkritikább esetben lenne, szükséges, csupán a geolokalizációs technológiák hiányosságait fedik el a fejlesztők, ezen megoldással.

A következő táblázatban összegzésképp – későbbi elemzés céljából – meghatározásra kerülnek a főbb geolokalizációs technológiák, illetve technikák alapvető teljesítmény- és pontossági paraméterei.

1. táblázat Geolokalizációs technikák, technológiák főbb jellemzői

Geolokalizációs szolgáltatás	Időbeni gyorsaság	Átlagos térbeni pontosság	Adatsűrűség	Egyéb jellemző
IP-geolokalizáció	~1 mp	~5-10 Km	Ad-hoc	Pontossága véletlenszerű
GPS	30-120 mp	1-2m-től akár 2-5m-ig terjed	folyamatos	Időjárási körülményekre érzékeny
Galileo	6-10 mp	1 m (ingyenes) 1 cm (kereskedelmi célú)	folyamatos	Még nem elérhető technológia
Manuális adatbevitel	~5-10 mp	n/a	Ad-hoc	Kihalt technika
Awiloc (beltéri, Wi-Fi-alapú)	~1-2 mp	4 m	folyamatos	
SkyHook (Wi-Fi-alapú)	~1-2 mp	10-20 m	folyamatos	
Zárt listás manuális adatbeviteli technika	~4-5 mp	~0 m	Ad-hoc	Csak kiegészítő jellegű

A fent ismertetett elemzés alapján megállapítható, hogy a helyzetalapú szolgáltatások információ-igényéhez viszonyítottan igen kezdetleges, gyenge hatékonyságú és teljesítményparaméterekkel rendelkező geolokalizációs szolgáltatások érhetőek el a piacon, így szükséges a hibrid technológiák korlátain túllépő, az információ minőségét a geolokalizációs szolgáltatás számára kommunikáló technológiák kidolgozása és piacra való bevezetése.

A helyzetalapú szolgáltatások geolokalizációs információigényéről

A helyzetalapú szolgáltatások – eltérő funkcionális-, illetve szolgáltatott adattartalmukból fakadóan – eltérő geolokalizációs információigénnyel bírnak. Ezen tényt jelenleg nem-, vagy alig veszik figyelembe ezen technológiák, így szükséges egy egységes modell alkotása a helyzet-adatok továbbításának mennyiségi-, illetve minőségi kérdéseinek kezelése céljából.

A 2-es táblázatban látható, önálló vizsgálataink alapján kialakított modell a helyzet-alapú szolgáltatások geolokalizációs információigényét hivatott összefoglalni. Jól látható, hogy mind gyorsaságban, mind térbeni pontosságban jelentős variancia mutatkozik szinte minden alkalmazható szolgáltatás esetében. Ezen tény alapján kijelenthető, hogy jelentős mindkét aspektusból jelentős fejlődés elérhetőnek látszik a helyzetalapú szolgáltatások inóságának javítása érdekében.

2.táblázat Helyzetalapú szolgáltatások geolokalizációs információigénye

Típus	Időbeni gyorsaság igény	Térbeni pontosság igény	Adatsűrűség	Egyéb jellemző	Példa
Tier-1	1 mp (kvázi valós-idő)	< 1 m	Valós-idő	-	Katonai-, nagy rendelkezésre állás-igényű ipari/logisztikai rendszerek
Tier-2	5-10 mp	2-5 m	5 mp	-	Helyzet-alapú játékok, augmented reality, navigáció
Tier-3	10-20 mp	5-10 m	20 mp	Jellemzően manuális adatbevitelt igényel	Szórakoztató jellegű LBS-ek,
Tier-4	30-60 mp	10-20 m	60 mp	-	Flottamenedzsment, tracker alkalmazások
Tier-5	Ad-hoc	10-20 m	Ad-hoc	-	Egyszerű „check-in” funkciót felhasználó LBS-alkalmazások
Tier-6	Ad-hoc	1 Km	Ad-hoc	-	Social media tartalmak geolokalizációja

Következtetések, jövőbeni munka

Az (1)-es illetve (2)-es táblázat összehasonlításából megállapítható, hogy a manapság elterjedt helyzetalapú szolgáltatások ideális helyzetadatigénye messze meghaladja az alkalmazott geolokalizációs technológiák funkcionális lehetőségeit mind az idő, mind a pontosság terén. Ezen a területen további vizsgálatok, illetve modellezési tevékenységek végrehajtása szükséges egy teljeskörű, minden tipizálható geolokalizációs információigényt egységesen kezelő rendszer megtervezésének irányába.

Irodalom

- TAKÁCS GY.(2008): Helymeghatározás mobiltelefonnal és mobil hálózattal, Híradástechnika 8.
- KÜPPER, A.(2005): Location-Based Services: Fundamentals and Operations, WILEY
- BRACHMANN F.–B AGÓ P. (2011): Helyzetalapú szolgáltatások múltja, jelene, jövője, Marketing és Menedzsment (ISSN: 1219-0349) 2: PP. 44-51.
- RAPER, J.–GARTNER, G.–KARIMI, H.–RIZOS, C.(2007): Applications of location-based services: A selected review. J. Location Based Serv., 1, pp. 89–111.
- RAPER, J.–GARTNER, G.–KARIMI, H.–RIZOS, C. (2007): A critical evaluation of location based services and their potential. J. Location Based Serv. 1, pp. 5–45.

Nagy felbontású távérzékelte felvételek alkalmazása a precíziós mezőgazdaságban

Dr. Burai Péter¹–Dr. Lénárt Csaba²–Ambrus Andrea³–Enyedi Péter⁴–Dr.
Tomor Tamás⁵

¹docens, Károly Róbert Főiskola, pburai@karolybert.hu;

²főiskolai tanár, Károly Róbert Főiskola, lenart@karolybert.hu;

³főiskolai adjunktus, Károly Róbert Főiskola, aambrus@karolyrobert.hu;

⁴kutatási koordinátor, Károly Róbert Főiskola, penyedi@karolyrobert.hu;

⁵főiskolai docens, intézetigazgató, Károly Róbert Főiskola, tomor@karolyrobert.hu;

Abstract: Many soils are exposed to stress; damaging processes caused by these stress factors threaten the renewable ability of the soil and thus limit the success of agricultural production. Prevention of these processes can be achieved by rational land use and sustainable agricultural production, for which, however, knowledge of the production site is an indispensable condition. The knowledge of the production site is complicated, because soils often have extremely diverse characteristics within a table. Precision agricultural technologies allow understanding the in-field soil variability that provides the basis of information for sustainable management. If the agricultural site is endangered by erosion, it is important to know changes taking place there, in order to adapt to local conditions. In our work, an agricultural site endangered by erosion was examined in the region of Gyöngyöspata, where analysis of nutrient maps was performed in addition with the creation of the erosion model of the area. Conclusions and recommendations were taken based on these results concerning the technology that can be used on this agricultural site.

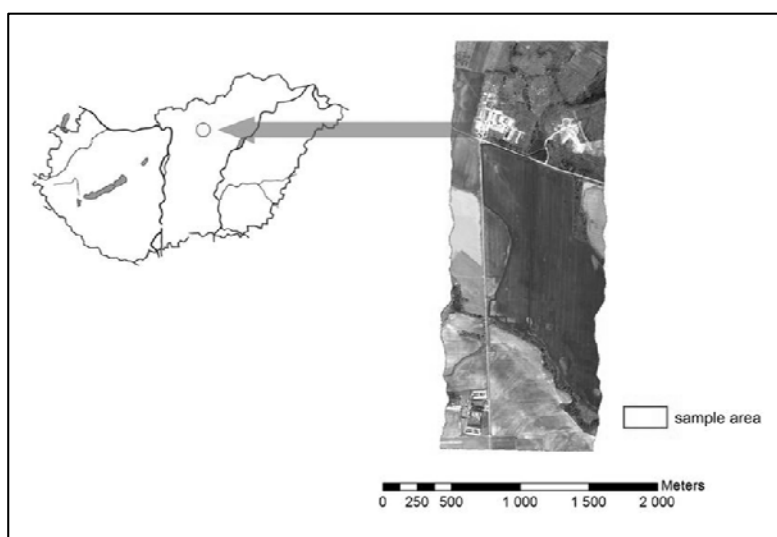
Bevezetés

A talaj feltételesen megújuló (megújítható) természeti erőforrás. Megújulása azonban nem megy végbe automatikusan, zavartalan funkcióképességének, termékenységének fenntartása, megőrzése állandó tudatos tevékenységet követel, amelynek legfontosabb elemei az ésszerű földhasználat, talajvédelem és melioráció. (VÁRALLYAY–LÁNG 2000). Egyes kutatások szerint hazánk lejtős területeiről a víz által lehordott talajréteg évi átlagban 80–110 millió m³-re becsülhető. Az így bekövetkezett szervesanyag-vesztés pedig 1,5 millió tonna, melyből 0,1 millió tonna a P2O5. (VÁRALLYAY et al. 2005). A fenntartható fejlődés és a nem okszerű, intenzív mezőgazdasági termelés közötti ellentmondás a talajerózió felgyorsulásában is megjelenik (LÁNG et al., 1995). A termőhely megismerését nehezíti, hogy sokszor táblán belül is rendkívül változatos tulajdonságokkal rendelkezik a talaj. Eredményes gazdálkodás degradált, erodált talajon nem folytatható, és az ilyen talajokon végzett termelői tevékenység tovább súlyosbítja a talaj és a környezet állapotát is (JOLÁNKAI et al. 1997). Az optikai távérzékelés egyik legkorszerűbb típusával a légi hiperspektális technológia alkalmazásával - köszönhetően a nagyobb spektrális és térbeli felbontásnak – a hagyományos légi felvételezési technikákhoz (RGB-, multispektrális felvételek) képest nagyobb információtartalmú adatot kapunk a földfelszín legkülönbözőbb jelenségeiről,

rétegeiről, felületeiről. Míg a közelmúltban csak kutatási jellegű hiperspektrális alkalmazásokkal találkozhattunk, napjainkban a hiperspektrális légifelvételezés egyre szélesebb gyakorlati felhasználásai jelentek meg a botanikai, mezőgazdasági, környezetvédelmi, katonai, katasztrófavédelmi, és egyéb részletes környezeti adatokat igénylő területeken. Napjainkban egyre elterjedtebb a hiperspektrális légi technológia alkalmazása a precíziós mezőgazdaságban, amelyek közül számos hazai alkalmazást is találhatunk (BURAI et al. 2009; MILICS et al. 2008).

Anyag és módszer

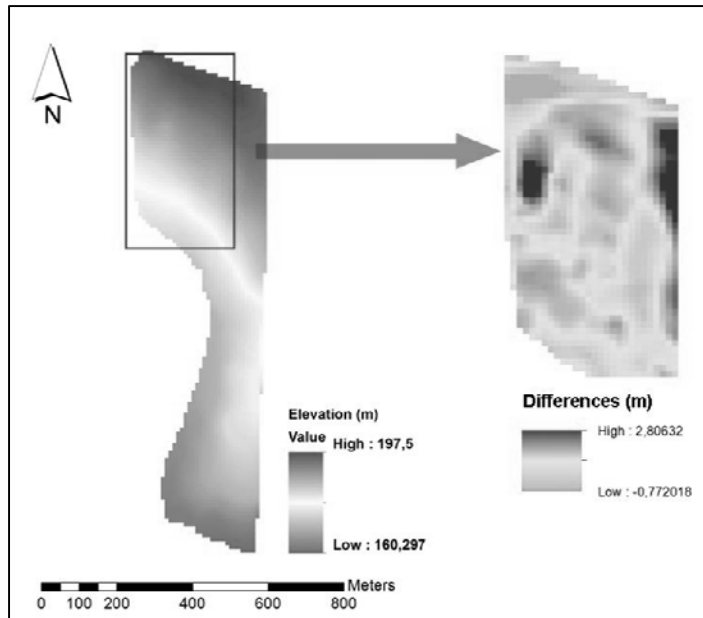
Az Észak–Magyarországi Gyöngyöspata külterületén fekvő szántóföldön egy 32,83 ha nagyságú területet jelöltünk ki a kutatás céljára (1. ábra)



1. ábra A mintaterület elhelyezkedése és a látható fénytartományban készült hiperspektrális felvétel

A mintaterületen intenzív szántóföldi növénytermesztést folytatnak. A vizsgált tábla talajtípusát illetőleg csernozjom-barna erdőtalaj. A 2010-es évben a helyi sokéves átlaghoz képest sok csapadék hullott 866 mm, ebből 248 mm júliustól októberig, amikor nem volt növénytakaró a területen. A terület erózió vizsgálatához 2 digitális terepmodellt, valamint légi hiperspektrális felvételeket alkalmaztunk. A mintaterületet lefedő 1:10 000 szintvonalas topográfiai térkép digitalizálásával ArcGIS 10 szoftver segítségével 10mx10m-es felbontású domborzati modellt készítettünk. Az így előállított DEM magassági pontossága $\pm 0,7$ -1,5 m (Iván, 2007; Winkler, 2007) és kb. egy 30 évvel ezelőtti állapotot tükröz a mintaterületen. Nagy pontossá-

gú terepi DGPS eszközzel mért magassági pontokból (horizontal: 10 mm; vertical precision: 20 mm) digitális terepmodellt készítettünk, amely a mintaterület jelenlegi állapotának értékeléséhez. A 32,83ha-os mintaterület átlagos magassága 180 m (min.: 160 m, max.: 200 m). A mintaterület egynegyede csupán sík terület, nagyobb része lejtős (3–9%) területen fekszik (2. ábra)



2. ábra Digitális terepmodell (DTM) (balra) és a magassági értékek változását bemutató térkép (jobbra)

A digitális felvételek push-broom típusú AISA Eagle hiperspektrális kamerával készültek a látható és a közeli-infra tartományban (VNIR).

A felvételezés alkalmával a teljes sáv szélességben (400–1000 nm) 5 nm-es mintavétellel történt, így minden egyes képpont 252 spektrális csatornát tartalmaz. A navigációs adatok rögzítését egy OxTS RT 3003 típusú, nagy-pontosságú GPS/INS rendszer végezte. A hiperspektrális kamerát Piper Aztec típusú repülőgépen alkalmaztuk. A repülési magasság 1024 m volt, ami 1 méteres terepi felbontású hiperspektrális felvételt eredményezett. A nyers hiperspektrális adatok radiometriai és geometriai korrekcióját az ENVI szoftverben és a beépülő Caligeo 4.9 modul segítségével hajtottuk végre.

A vizsgált területen 1 m²-es mintavételi pontokon nedves biomaszátömeg és szármagasság mérés történt, amelyek pozícióját szubméter pontosságú GPS eszközzel (Leica Viva Series) rögzítettük.



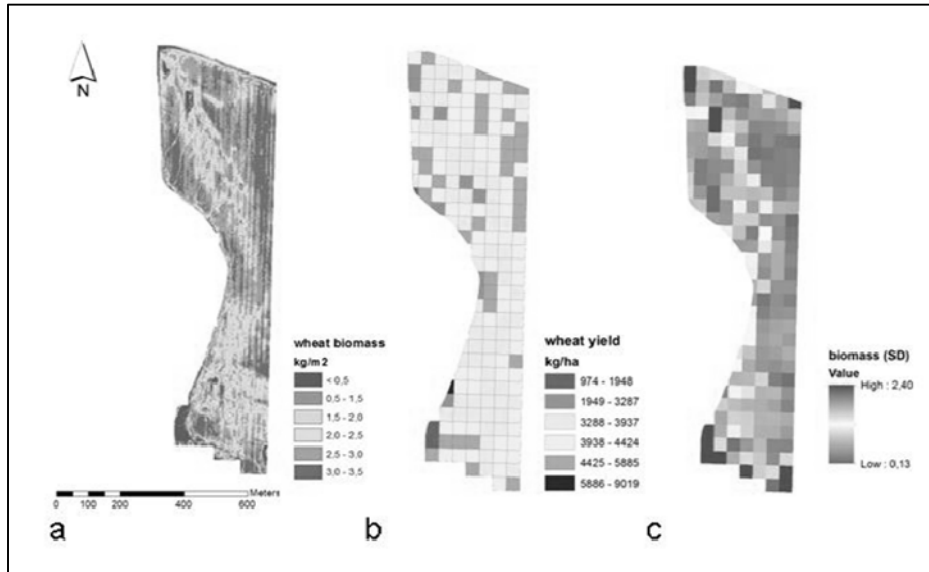
3.ábra AISA Eagle II hiperspektrális szenzor és fedélzeti rendszer repülőgépbe beszerelve

Eredmények

A hiperspektrális felvételek radiometriai és geometriai feldolgozása után normalizált vegetációs indexet (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) transzformáltunk a felvételekből. Értékét a növényzet által a közeli infravörös (NIR) és a látható vörös (RED) sugárzási tartományban visszavert intenzitások különbségének és összegének hányadosa határozza meg. Az NDVI meghatározásával következtethetünk az adott terület vegetációs aktivitására. Mivel az NDVI korrelál a területet takaró növényzet fajlagos klorofill tartalmával, fotoszintetikus aktivitásával ennek segítségével osztályozhatjuk a mintaterületet a biomassa-mennyiség alapján.

A 2010-es rendkívüli időjárás jelentős földtömeg pusztulást okozott a tábla egyes részein. Számos 1–5 m széles és 20–250 m hosszúságú eróziós

barázda keletkezett a mintaterületen. Az erózióval érintett részeken a növényzet biomassza mennyisége csökken, amely az NDVI felvételen is jól látszik (4. ábra).



4. ábra A hiperspektrális NDVI index alapján készült búza biomassza térkép a mintaterületről (balra), a biomassza standard deviancia (SD) értékei (kg/m^2) (középen), 40x40 m-es biomassza térkép (jobbra)

Az NDVI és a terepen mért mintaadatok értékei között lineáris regressziót számítottunk a két változó közötti kapcsolat vizsgálatára, amelyek között szoros kapcsolatot ($n=9$, $R^2=0,713$, $p<0,05$) állapítottunk meg. Az egyenlet a teljes mintaterületre való alkalmazásával nedves biomassza tömeg térképet készítettünk (4. ábra). A területen precíziós mezőgazdálkodást folytatnak és a művelésre 40x40 m-es terepi felbontású adatbázis termésbecslési eredménye alapján számítják a kezeléseket. Megvizsgáltuk a 1600 m^2 -es blokkokban a vegetáció szórását az NDVI felvételekből becsült biomassza tömeg alapján.

Következtetések

A rendelkezésre álló digitális domborzatmodellek (DEM) felbontása nem elegendő a mintaterületen lévő eróziós nagyságának pontos megbecsülésére, eróziós barázdák, foltok azonosítására, amelyek hatással vannak a termés hozamokra. Az erózió okozta talajpusztulás kronológikus vizsgálatához több megoldásra is lehetőség nyílik. Egyrészt a rendelkezésre álló ortofoto sztereopárok alapján (a területről 2005 és 2010-ben készített légi felvételeket

a FÖMI) domborzatmodell számítása lehetséges, így idősorosan is nyomon lehet követni a területen történt talajpusztulást. A táblán belüli nagyfokú heterogenitás miatt célszerű lenne a precíziós mezőgazdaságnál alkalmazott módszerek terepi felbontás növelésére. A precíziós mezőgazdasági technológiák lehetővé teszik a táblán belüli talajváltozatosság megismerését, amely információk alapját adhatják a fenntartható gazdálkodásnak. A domborzatmodell pontosítására a légi lézerszkennelés nyújtja a másik alternatívát az általa elérhető akár négyzetméterenkénti 4–5 pont információ mennyiséggel. A LIDAR alapú terepmodellek szolgáltatják a jelenleg elérhető legrészletesebb és legpontosabb információt a domborzatról, idősoros vizsgálatokon keresztül a talajerózió mértékéről is. Kutatásunk következő lépcsőfokként tervezzük a terület légi LIDAR módszerrel történő felmérését, így pontosabb képet kaphatunk a vizsgált terület mikrodomborzati viszonyairól.

Irodalom

- BURAI P.–KOVÁCS E.–LÉNÁRT CS.–NAGY A.–NAGY I.* (2009): Quantification of vegetation stress based on hypersectral image processing. *Cereal Research Communications*. 37 évf. 581-584 p.
- JOLÁNKAI M. –BIRKÁS M. –SZALAI T.* (1997): Soil tillage influenced by the physical state of soil. *Acta Agronomica Hungarica*, 45 (2) 155-161
- LÁNG I.* (2005): A biomassza-képződés és a talajadottságok. In: A talajok jelentősége a 21. században (szerk. Stefanovits P., Michéli E.), MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, pp. 17-22.
- LÁNG I.–CSETE I.–JOLÁNKAI M.*(1995): Az agrárgazdaság fenntartható fejlődésének tudományos megalapozása, AGRO-21 füzetek.12. Budapest
- MILICS G.–BURAI P.–LÉNÁRT CS.* (2008): Pre-Harvest Prediction of spring barley nitrogen content using hyperspectral imaging. *Cereal Research Communications*, Akadémiai Kiadó, 36 évf. 1863-1866 p.
- VÁRALLYAY GY.–LÁNG I.* (2000): A talaj kettős funkciója: természeti erőforrás és termőhely. A Debreceni Egyetem „Honoris Causa” cím átadása alkalmából (Debrecen, 2000. május 2.) megtartott előadás
- VÁRALLYAY GY.–CSATHÓ P.–NÉMETH T.* (2005): Az agrártermelés környezetvédelmi vonatkozásai Magyarországon. In: A magyar mezőgazdaság elemforgalma 1901 és 2003 között. Agronómiai és környezetvédelmi tanulmányok. (Szerk.: Kovács G. J.- Csathó P.) 155–188. MTA TAKI. Budapest.

Széleróziós adatbázis létrehozása a defláció elleni védekezéshez¹

Buró Botond² – Tóth Csaba³

² PhD-hallgató, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
bbotond86@gmail.com

³ egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
toth.csaba@science.unideb.hu

Abstract: The purpose of this study is measuring the wind erosion in the Nyírség microregion, in different sample area, at Nyíregyháza, Kisvárda and Nagykálló. We analyse the change of sand surface in the spring. We measured the change of erosion and accumulation. 257 stick put down. The change was read to the basic position, five times. We analysed the humus and CaCO₃ content, pH and grain-size distribution. The most intense surface change was at Nyíregyháza. The spring wind has high working capacity. In March we measured erosion or stagnation. Later accumulation and stagnation were occurred. The most prominent accumulation was on the potato field at Nyíregyháza. The wind filled a 20 cm deep ditch with sand.

Bevezetés, célkitűzés

A Nyírség kialakulásáról először (NAGY J. 1908), majd (CHOLNOKY J. 1910) tanulmányában olvashatunk, akik a homokot távolabbi területről származtatták. A későbbi nézetek szerint, a Nyírség a Kárpátokból lefutó folyók hordalékkúpja (SÜMEGHY J. 1944). A futóhomokot a folyók által lerakott folyóvízi üledékből fújták ki a munkaképes szelek.

A buckák kialakulását a holocén száraz mogyoró (boreális) korára (9000-7500 év) teszik (BORSY Z. 1961). Majd radiokarbon módszerrel sikerült kimutatni (BORSY Z. et. al. 1981; LÓKI J. et. al. 1993.), hogy az első jelentős homokmozgások a Nyírségben a későglaciális felsőpleniglaciális időszakában (26000–20000 év BP) voltak.

Ezt követően a nedvesebb periódusban a növényzet védte a felszínt az újabb szárazabb dryas időszakig (13000–11000 év BP), amikor a szél ismét átalakította a felszíni formákat.

Az utóbbi évtized terepi kutatásai alapján megállapítást nyert, hogy a felszín eolikus átalakulása a pleisztocén végén nem fejeződött be a Nyírségben sem (KISS T. 2000; LÓKI J. 2006, LÓKI J. et al. 2008). A holocénben is váltogatták egymást a nedvesebb–szárazabb periódusok és ott, ahol nem védte növényzet a felszínt, a szél újra mozgásba hozta a futóhomokot. Elsősorban tavasszal, a vegetációs időszak kezdetén, de időnként télen is megfigyelhető a szél felszínalakító tevékenysége (LÓKI J. 1985). Ezt a tavaszi időszakban végbementő homokmozgást vizsgáltuk három nyírségi mintaterületen.

¹ A tanulmány a K 83560 számú OTKA pályázat és TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 számú TÁMOP pályázat támogatásával készült

A méréseink legfőbb célja az volt, hogy megállapítsuk, mekkora eróziót illetve akkumulációt tud a szél előidézni a különböző adottságú parcellákon. Ehhez az eróziós mintaterületeket jellegzetes nyírségi formákon jelöltük ki (deflációs lapos, garmada, parabolabucka). A kihelyezésnél szem előtt tartottuk, hogy a szél felszínformáló képességét különböző területhasználati módok mellett is szemrevételezhessük (parlagterület, szösös bükkönyös, tritikálé, lucernás, rozsvetés).

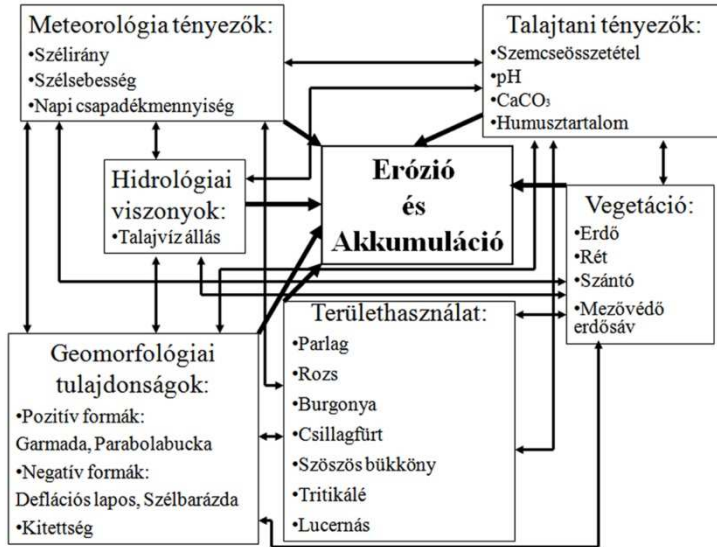
Anyag és módszer

A széleróziós vizsgálatainkat a Debreceni Egyetem Agrár és Gazdálkodástudományok Centruma tulajdonában lévő három, szántóföldi gazdálkodást folytató kísérleti telep területén végeztük 2011. 01. 15. – 06. 15-ig terjedő időszakban (1. ábra).



1. ábra A Nyírségben elvégzett széleróziós vizsgálatok helyszínei

A szélerózió folyamatának leírásához, valamint a széleróziós modell és adatbázis létrehozásához több környezeti tényezőt kell egyszerre tanulmányozni (2. ábra). E tanulmány terjedelmi korlátai miatt most csak a terepi észlelésekből levonható főbb következtetésekkel foglalkozunk.



2. ábra A széleróziót és akkumulációt befolyásoló környezeti tényezők rendszere

A széleróziós vizsgálatokhoz összesen 257 db, 1 méter hosszú akáckarót helyeztünk ki, melyeket pontosan 30 cm-es mélységig vertünk le a homokos felszínbe (3. ábra). A karókat Nyíregyházán és Nagykállóban 5x5 méteres hálóban, Kisvárdán pedig 5 méterenként egy vonal mentén helyeztük ki.



3. ábra Széleróziós karó a Westsik Intézet „Nyíregyháza III.” területén
(Fotó: Tóth Cs.)

A kihelyezést követően 5 leolvasásra került sor, a karók aljától számított 30 cm-nél bejelölt vonalhoz viszonyítva lemértük az akkumuláció és az erózió értékeit cm-ben. A leolvasott adatokat Microsoft Excel és Surfer 8 szoftverben történő feldolgozása után térképeken, valamint grafikonokon ábrázoltuk.

A mintaterületekről felszíni talajmintákat is gyűjtöttünk, 0-40 cm mélységig. Valamennyi talajmintán elvégeztük az alapvizsgálatokat. A minták szemcseösszetételét Köhn-féle pipettával, a mésztartalmát Scheibler-féle kalciméterrel, a humusztartalmát Tyurin-módszer, végül a pH-ját elektrometriás mérőkészülékkel határoztuk meg.

Az eróziós értékek értelmezéséhez szükséges meteorológiai adatokat (szélsebesség szélirány, napi csapadékmennyiség) a Nyíregyháza-Repülőtér automata állomásról szereztük be.

Eredmények

Laboratóriumi eredmények

A minták humusztartalma elég csekély. A legnagyobb humusztartalmú minta (2,2%) a nagykállói mintaterületről a bucka lábának keleti oldalán mélyített F2 jelű furatból került ki 0–20 cm mélységből. A buckák tetején a legkevesebb a minták humusztartalma, majd az oldalakon a bucka lába felé haladva egyre növekszik az értéke. A minták gyengén meszesek, kivéve a nagykállói mintaterület F1 jelű, 0–20 cm mélységből előkerült mintáját, melynek 6,2% volt a CaCO₃ tartalma. A mintákat pH (H₂O, KCl) vizsgálat alapján savanyú és gyengén savanyú kategóriába soroltuk.

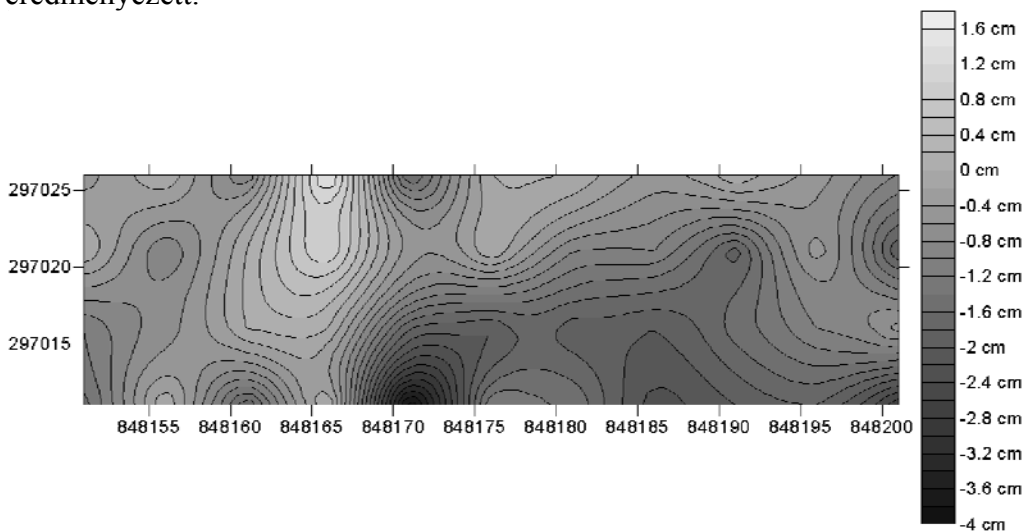
A szedimentológiai vizsgálatok azt mutatják, hogy a mintákban az uralkodó szemcsetartomány az a 0,1–0,2 mm-es. Ez a frakció 60–78 % közötti arányban van jelen. A finom- és középszemű homoknak már lényegesen alacsonyabb, míg az iszap- és agyagfrakciónak egyenesen elenyésző a részese a mintákban. A domináns aprószemű homokot futóhomoknak is nevezhető, hiszen a szél leginkább ezt a szemcsetartományt tudja görgetve és ugráltatva mozgatni. Ez a tény leginkább a szélverés és szélmarás folyamatában, valamint a formák vándorlásában jelenik meg.

Széleróziós mérések eredményei

A nyíregyházi Westsik-vetésforgó területén a legnagyobb szélerózió április végéig zajlott le, míg a rozsvetés meg nem erősödött. Ebben az időszakban az erózió mértéke kb. 3-4 cm, míg a maximális akkumuláció mindösszesen 0,5–2 cm között alakult. Összességében az átlagos felszínváltozás -0,7 – -0,97 cm között változott, de a kora tavaszi hetekben ez az érték meghaladta a -1 cm-t is.

A garmada tetőszintjében és a lejtő felsőbb részein inkább az eróziós folyamatok, míg a lejtő alján, valamint a szomszédos sivár növényzetmentes parcella szegélyeken intenzívebb töltődési folyamatok zajlottak (4. ábra). Május közepétől a gyorsan növekedő, erősödő rozs a széleróziót mérsékelni

tudta, sőt az akkumulációs folyamatok felerősödését eredményezte. A bakhátas burgonyafölddel határos „Nyíregyháza I.” terület szegélyzónájában a fel-lazított száraz homokot a szél a rozstábla felé fújta, amit 1–2 méteres széles-ségben a rozsszálak hatékonyan megfékeztek, ami 6,5-8 cm-es akkumulációt eredményezett.



4. ábra „Nyíregyháza I.” parcella felszínváltozása 2011.03.25. és 04.27. között

A mintaterületen kívül azonban ennél jelentősebb töltődést tapasztalunk. A burgonyabakhátak közötti 20–30 cm mély barázdákat a szél a buckatető közelében teljesen betemette homokkal.

Ilyen intenzív akkumuláció a másik két nyíregyházi parcellán nem zajlott le. Ugyanis azokat a korábban elvetett csillagfürttábla határolja, amely ezek szerint jobb védelmet nyújt a homokos felszínnek. A fasor mellé telepített kisebb méretű „Nyíregyháza III.” széleróziós parcella területén mértük a legnagyobb átlagos felszínpusztulás értéket március közepén (-1,29 cm), amely lombfakadás előtti állapotot tükröz. Később az átlagos erózió több mint felére csökkent.

Összességében a három nyíregyházi területen az átlagos felszínváltozás a félév során végig negatív tartományba esett, tehát pusztult a felszín. A térfogatszámítások alapján a „Nyíregyháza I.” területen $4,65 \text{ m}^3/750 \text{ m}^2$, a „Nyíregyháza II.” parcellán $6,81 \text{ m}^3/750 \text{ m}^2$, míg a „Nyíregyháza III.” területen $1,26 \text{ m}^3/150 \text{ m}^2$ feltalaj szél általi erózióját mutattuk ki.

A **nagykállói telepen** a legnagyobb erózióra -1,5 – -2,2 cm, míg a maximális akkumulációra 0,6 – 5,5 cm közötti értékeket kaptunk. Itt is megfigyelhető volt az április végéig tartó széleróziós időszak (-0,4 cm-es átlagos felszínpusztulás), amit májustól akkumulációs periódus követett (0,3 cm-es átlagos töltődés).

A májusi és júniusi intenzív akkumuláció a parcella északi szegélyében jelentkezett leginkább, ahol a parlagon hagyott széleróziós terület a művelésbe fogott buckafelszínnel találkozott. A fellazított homokfelszínt a szél erőteljesen megmozgatta, és az eróziós karósr közé fújt a parlagi gyomvegetáció megkötötte (+5-5,5 cm). Az átlagos felszínváltozás értékei nagyjából kiegyenlítették egymást, így összességében csak nagyon minimális, $-0,025 \text{ cm}/900 \text{ m}^2$ -es átlagos szélerózióval számolhatunk, ami $0,025 \text{ m}^3 / 100 \text{ m}^2$ -es felszínpusztulásnak felel meg.

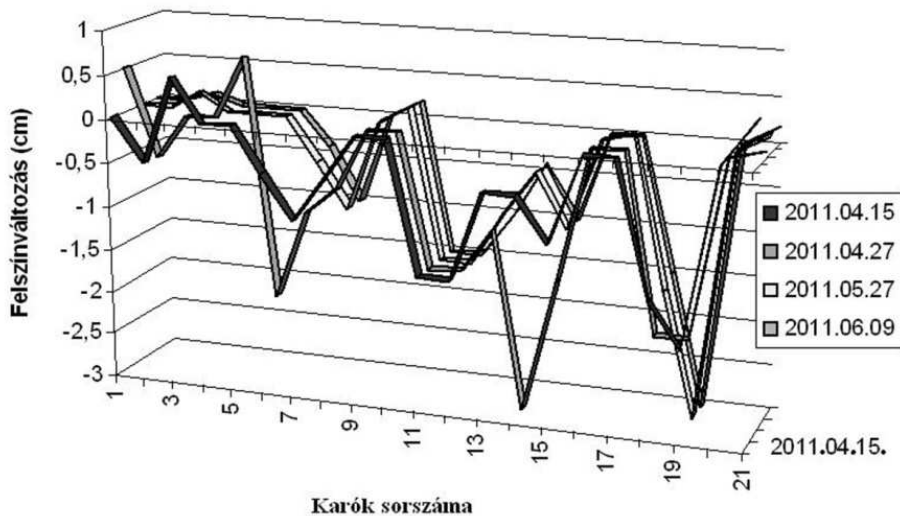
A parabolabuckától ÉK-re elterülő deflációs lapos területén végig a kifúvás volt a jellemző, ami összességében $-0,5 \text{ cm}$ -es felszínpusztulási átlaggal volt jellemezhető. Mivel ennek a deflációs laposnak a kötöttebb talajfelszíne jól kérgesedett, valamint a késő tavaszi – kora nyári időszakban jelentős gyomrobbanás történt, így magyarázható a felszín csekélyebb változása. A főképpen a kora tavaszi időszakban bekövetkezett változások miatt $2,74 \text{ m}^3 / 525 \text{ m}^2$ -es eróziót mutattunk ki, ami $0,52 \text{ m}^3 / 100 \text{ m}^2$ -es humuszos feltalajvesztésnek felelt meg.

A **Kisvárdai Teichmann Telep** területén a legjelentősebb széleróziót a „Kisvárdai I.” parcellában mértük. Ebben a parcellában, mely teljesen vegetációmentes volt, a nagykállói deflációs laposhoz hasonló széleróziós értékeket kaptunk. Az akkumuláció valamennyi leolvasásánál elenyésző volt, csupán a karósr elején jelentkezett. Az átlagos felszínpusztulás $-0,552 \text{ cm}$ volt 100 m hosszú szakaszon (5. ábra).

A vizsgált széleróziós területek közül a legegységesebb, legkisebb változásokat mutató parcella a „Kisvárdai II.” karósr volt a Jékei út mentén. A karósr kötött, kérges talajú felszínre lett telepítve, amit ráadásul az uralkodó szélirányra merőleges fasor és a magas tritikálé vetés is védelmezett. Ezáltal csak minimális felszíni változásokat tapasztaltunk. A leolvasott értékek közel voltak a nullához. Átlagosan végig az erózió dominált, értéke csupán $-0,042 \text{ cm}/100 \text{ m}$ -nek bizonyult.

Az utolsó vizsgált széleróziós terület a Kisvárdáról Pap-Nyírlövő felé vezető műút déli oldalán emelkedő garmada gerince volt. Ezen a területen hosszú ideje lucernát termesztettek. Itt egy 1 méter széles sáv feltárcsázásra került, amit növényzetmentesen tartottak az eróziómérések végéig. Az uralkodó széliránnyal nagyjából megegyező csapású karósr mentén a kora tavaszi időszakban főképp a kifúvás folyamata dominált. Ezt április végétől már jelentősebb akkumuláció váltott fel, melynek értéke $0,4 \text{ cm}$ körül alakult. Ebben szerepe lehetett az út menti fasor lombfakadás utáni széleróziót csökkentő hatásának. Emellett a fejlődésnek indult lucerna is árnyékoló hatást fejtett ki a kopár felszínre. Ezen a fellazított kopár homokos talajfelszínen meginduló szemcsemozgás a karók tövében töltődésként jelentkezett. Összességében egyedül ezen a „Kisvárdai III.” mintaterületen tapasztaltunk a teljes féléves mérésorozatok adatainak átlagaiból számított

pozitív előjelű felszínváltozást, ami 0,25 cm/150 m-es akkumulációnak adódott.



5. ábra A „Kisvárdai I.” széleróziós karosor mentén mért felszínváltozások a kiválasztott négy leolvasási időszakban

Összefoglalás

A csaknem fél évig tartó széleróziós vizsgálatok összegzéseként megállapítható, hogy a felszínek változása a geomorfológiai helyzettől, a talajok típusától, kötöttségétől, a szél intenzitásától, valamint az adott terület, illetve környezetének területhasználati módjától nagymértékben függ. Az egyes tényezők nem csak a felszínváltozásra vannak hatással, hanem egymásra is kihatnak.

Az átlagos felszínváltozási értékek legnagyobb szórását és egyben a legkisebb eróziós értékeket Kisvárdán kaptuk, hiszen itt a jelentősebb széleróziós területnek számító szélbarázdától a csekély változást felmutató, kötött, szélárnyékos lapon át az inkább akkumulációs térszínnek minősülő garmadagerincig változatos jellegű területek tanulmányozására kerülhetett sor.

A nagyállói területeken már valamivel jelentősebb volt a szélerózió folyamata, de itt is eléggé szórnak az átlagos adatok.

Széleróziós szempontból a leglátványosabb mintaterületnek a Nyíregyházi Kutató Intézet területén lévő három parcella bizonyult. E három terület felszínváltozási tendenciája egyértelműen az intenzív szélerózió, defláció felé mutat, az átlagos értékek szórása a legkisebb a három település mintaterületei közül.

Irodalom

- BORSY Z.* (1961): A Nyírség természeti földrajza. Academic Press. Budapest. p. 227.
- BORSY Z.–CSONGOR É.–FÉLEGYHÁZI E.–LÓKI J.–SZABÓ I.* (1981): A futóhomok mozgásának periódusai a radiocarbon-vizsgálatok tükrében Aranyosapáti határában. Szabolcs-Szatmári Szemle, Nyíregyháza, Vol. XVI, No. 2. May 1981 pp. 45-50.
- CHOLNOKY J.* (1910): Az Alföld felszíne. Földrajzi Közlemények, Vol. XXXVIII, No. X, Budapest, pp. 413–436. füzetéből. Budapest, pp. 413–436.
- KISS T.* (2000): Futóhomok területek felszindinamikája természeti és társadalmi hatások tükrében dél–nyírségi vizsgálatok alapján. PhD értekezés DE TTK p. 128.
- LÓKI J.* (1985): A februári nyírségi szélérozzióról. Szabolcs–Szatmári Szemle, Nyíregyháza Vol. XX
- LÓKI J.–HERTELENDI E.–BORSY Z.* (1993): New dating of blown sand movement in the Nyírség Acta Geographica Debrecina Debrecen 1994. pp. 67–76.
- LÓKI J.* (2006): Holocén felszínváltozás a hazai futóhomok területeken. Scientific Publications of the III. Hungarian Geographical Conference, CD publication, MTA FKI, ISBN 963–9545–12–0
- LÓKI J.–DEMETER G.–NÉGYESI G.–VASS R.–MOLNÁR M.* (2008): Holocén korú homokmozgások a Nyírségben. Tanulmányok a geológia tárgyköréből Dr. Miklós Kozák tiszteletére, Debrecen, pp. 111–123.
- NAGY J.* (1908): A Nyírség domborzati viszonyai. Kolozsvár
- SÜMEGHY J.* (1944): A Tiszántúl. Magyar tájak földtani leírása. 6. p. 208.

Képi adatok közvetlen elemzése térinformatikai alkalmazásokban – Az urbanizáció becslésének módja adatbányászati eszközökkel

Czúni László¹ – Lipovits Ágnes² – Seress Gábor³

¹ Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék; czuni@almos.vein.hu, ² Matematika Tanszék, lipovitsa@szt.vein.hu, ³ Limnológia Tanszék, seressg@almos.vein.hu, Pannon Egyetem, Veszprém, Egyetem u. 10.

Abstract: In our paper we overview the different aims, methods and type of data used in the analysis of remotely sensed data, especially in the case of satellite images. We introduce a data-mining approach for the classification of image regions using color images from different sources. The motivation of our approach is to find a solution for urbanization estimation, efficiently used in ecological research. The advantage of our method is that it is robust against the resolution, seasonal or weather conditions and can possibly be used for other geospatial applications.

Bevezetés

A műholdas képalkotás jelentős fejlődésen ment keresztül az elmúlt évtizedben: míg az 1999-ben indított Landsat 7 multispektrális (MS) felbontása 30 m-es, pankromatikus (PK) felbontása pedig 15 m-es volt, a 2008-ban felbocsátott GeoEye-1 már 1.65 m-es MS és 0.42 m-es PK felbontással rendelkezett. Ugyanakkor megnőtt az érdeklődés a képi adatok elemzése iránt, hiszen óriási mennyiségű információ áll elő. A képi adatok felhasználási területe sokrétű, dolgozatunkban az urbanizáció mértékének megállapítására fogjuk használni a publikusan elérhető műholdképes adatbázisok színes képi adatait. Először áttekintjük a képek lehetséges felhasználásának céljait és az adatok jellemzőit, majd pedig az urbanizáció jelentőségének egy elméleti háttérét mutatjuk be. A dolgozat második felében egy új, blokk alapú módszert ismertetünk, amelyik kézi annotáció és gépi tanulás során meghatározott szabályok szerint képes az urbanizáltság mérésére.

A műholdas képi adatok feldolgozásának lehetőségei

Felhasználási célok és felhasználható adatok

A műholdas képfeldolgozás módszertana természetesen alapvetően alkalmazásfüggő. Röviden számba vesszük ezeket:

Területek szegmentálása, osztályozása: Már az első Landsat felbocsátása után nem sokkal, 1976-ban megjelentek az első cikkek a műholdas képek szegmentációjáról (KETING et al. 1976). A szegmentálás célja, hogy a képen összefüggő, homogén területek alakuljanak ki, amelyek lehetőleg valamilyen objektumtípusnak feleljenek meg. Az osztályozás lehet a szegmen-

seken értelmezett, de lehet, hogy a pixeleket eleve osztályokba akarjuk besorolni és közben szegmentálni. Az osztályozás lehet top-down (fentről-lefele, másképpen modell vezérelt), vagy bottom-up (lentől-felfele, kép vezérelt) típusú. Sokféle módszer vált be, mint például neurális hálózatok, Markov Véletlen Mezők, Fuzzy algoritmusok.

Objektumok felismerése: Célunk konkrét objektumok, mint pl. épületek, járművek, folyók, felismerése. Sok esetben a szegmentálási és objektum alapú módszerek egymástól nem elkülöníthetők, mivel akkor tudunk egy objektumot a háttértől elkülöníteni, ha a szegmentálása már megtörtént, ugyanakkor sokszor a helyes szegmentálás feltétele, hogy a felételezett objektumról valamilyen hipotézissel rendelkezünk (BENEDEK et al. 2012). Az objektumalapú módszerek speciális esetének tekinthetjük a különböző természeti vagy mesterséges jelenségek detekcióját és felmérését (pl. az erdők pusztulása, tüzek, talajerózió, urbanizáció).

Változásdetekció: Az első cikkek a műholdképek időbeli elemzésére már korán megjelentek (JEANSULUN et al. 1981), de mivel egyre könnyebb friss képi információhoz jutni és a környezeti változások is felgyorsultak, ezért sok új módszer jelenik meg napjainkban, pl. (Benedek et al. 2009).

Térbeli összefüggések keresése: Amennyiben megfelelő mennyiségű és minőségű adatot sikerült a képekből kinyerni, illetve sikerült egyéb térinformatikai információt a képeinkhez, térképeinkhez hozzárendelni, akkor a különféle adatok között eddig nem sejtett vagy pontosan nem ismert összefüggések kereshetők (UNGER et al. 1999).

A műholdas képek feldolgozása során sokféle adat feldolgozására lehet szükség, és nem törvényszerűen csak a műholdak által szolgáltatott információkra (pl. multispektrális szenzorok nyers adatai, színes képek, pankromatikus jelek, radar adatok, domborzat, utak, felszín borítása, betegségek előfordulása, vásárlóerő, időjárás adatok). Amennyiben ezeknek a képi reprezentációját tekintjük, akkor elemzéskor többféle tulajdonságot tudunk figyelembe venni. Leggyakrabban egyszerűen a pixelértékeket használják, amelyek természetesen meglehetősen informatívak lehetnek, de ha a pixelek térbeli eloszlását is modellezni akarjuk, akkor alkalmazhatunk textúra leírókat, éltartalom leírókat, sarokpontokat vagy egyéb detektorokat. Az objektumok alakja is a térbeli eloszlásra vonatkozik – de ennek detekciója már távolabbi pontok kapcsolatát feltételezi – jellemző lehet nagyobb tárgyakra vagy természetes képződményekre (pl. folyók, tavak).

Adatbányászati megközelítés

Cikkünkben olyan módszert mutatunk be, amely optimálisan választja ki az elemzéshez felhasználandó képi tulajdonságokat egy előre megadott halmazból. Olyan képi jellemzőket használtunk, amelyek a nagyközönség

számára könnyen és költségmentesen hozzáférhetőek; törekedtünk minimalizálni a manuális feldolgozó munkát. Fontos volt, hogy az eljárás robusztus legyen a felvételek sokféleségével szemben (felbontás, évszak, forrás). A bemutatott példában a célunk az urbanizáció becslése, aminek a jelentőségét és módszertanát a következő fejezetben mutatjuk be.

Az urbanizáció becslése

A folyamatosan növekvő emberi népesség egyre gyorsabban alakítja át a természetes élőhelyeket, ezzel együtt a települések száma és mérete is rohamosan növekszik. Az urbanizáció élőhely-átalakító, így életközösségekre gyakorolt hatása jelentős és összetett, a folyamat potenciális előnyökkel és hátrányokkal egyaránt szolgálhat az élőlények számára (pl. MARLZUFF et al. 2008).

A települések, mint élőhelyek ökológiai vizsgálataiban az urbanizációs gradiens megközelítést igen elterjedten használták az utóbbi évtizedekben. Az urbanizációs gradiens a környezeti feltételek változását jelenti az élőhely városiasodottságának függvényében, a természetes területektől a belvárosokig. A szemlélet azon alapul, hogy egy urbanizációs gradiens mentén elhelyezkedő élőlények populációi és egyedei mind mennyiségi (pl. abundancia, eloszlás), mind minőségi (pl. élettani jellegek) tulajdonságaikban reagálnak a környezetük komponenseinek azon változásaira, amelyeket az urbanizáció befolyásol (MCDONNELL et al. 2008). Ennek megfelelően a gradiens különböző fokain eltérő mértékű és típusú hatások jelentkezhetnek, azonban túlzottan egyszerűsítő a feltételezés, miszerint egy település központjától távolodva fokozatosan csökkenő urbanizációs hatásokat várhatunk. Ehelyett célszerű, ha az urbanizáció mérésére olyan élőhelyi mintázatokat számszerűsítünk, amelyek az urbanizáció mértékét jól jellemzik és a vizsgált élőlények szempontjából relevánsak lehetnek (ALBERTI et al. 2001). Ahhoz tehát, hogy megértsük az urbanizáció állatközösségekre, fajokra vagy egyedekre gyakorolt hatásait, lényeges, hogy képesek legyünk objektíven megjeleníteni, számszerűsíteni az urbanizáció mértékét. Ez fontos lépés a felé, hogy a különböző városokban, eltérő mértékben urbanizált területeken végzett tanulmányok eredményei és következtetései összevethetőek legyenek egymással.

A távérzékelésen és képelemzésen alapuló élőhely-jellemzés előnye, hogy egységes metodikájú adatgyűjtést tesz lehetővé számos területről, továbbá olyan helyekről is információk nyerhetők, melyekről egyéb módon (pl. terepi élőhely térképezéssel) gyűjtött környezeti adatok nem elérhetőek (DONNAY et al. 2001). Ugyanakkor a nagyfelbontású műholdas és légi felvételek beszerzése sokszor költséges, az egyes területekről készült felvételek nem egységesek és nem egységesen elérhetőek, valamint térinformatikai szoftverekkel történő elemzésük különleges szakértelmet igényel.

Az urbanizációs vizsgálatokban mért élőhely-változók száma nagyon eltérő lehet, attól függően, hogy mekkora precizításra törekszünk. Az urbanizáció mértékének durvább felbontású mérése során a cél az, hogy olyan, könnyen és szélesebb körben hozzáférhető adatokat gyűjtsünk a vizsgálati területekről, melyek megbízhatóan jellemzik az élőhelyek urbanizáltságának változatosságát. Ilyenek lehetnek a különböző élőhely-komponensek borítottságának becsléséből nyert változók (pl. beépített területek és növényzet aránya), melyek gyakran korrelálnak a különböző élőlények urbanizációra adott ökológiai válaszaival, mint amilyen pl. denzitás, fajgazdagság, fajösszetétel (pl. GERMAINE et al. 2001, MCDONNELL et al. 2008). Az urbanizáció mérésének ilyen, általánosabb megközelítése lehetőséget kínál arra, hogy az urbanizációs vizsgálatokat közös kontextusba lehessen helyezni.

Az urbanizáció élőlényekre gyakorolt hatásainak vizsgálatában a madarakon végzett tanulmányok kiemelkedő gyakorisággal szerepelnek (MCDONNELL et al. 2008). A házi veréb (*Passer domesticus*) különösen alkalmas az ilyen típusú vizsgálatokra, mivel világszerte elterjedt, életmódja szorosan kapcsolódik az ember által átalakított élőhelyekhez, és az urbanizációs gradiens mentén a nagyvárosoktól a vidéki tanyákig mindenhol előfordul (ANDERSON 2006). A faj állományai az utóbbi évtizedekben elterjedési területének számos pontján (különösen az erősen urbanizált területeken) drasztikus fogyatkozásnak indultak (pl. DE LAET & SUMMERS-SMITH 2007), és ez a trend már Magyarországon is kimutatható (MMM adatbázis, 2012). Ezzel párhuzamosan LIKER és munkatársai (2008) Magyarországon hét, különböző urbanizáltságú élőhelyen több, mint 1000 háziveréb-egyedet vizsgálva azt találták, hogy az egyedek testtömege és testmérete az urbanizáltabb területek felé haladva csökken. További vizsgálatok eredményei szerint a kifejlett madarakon tapasztalható különbség már korai fiókakorban kialakul (SERESS et al. 2011), azonban a városi madarak kisebb testmérete nem jár együtt gyengébb kondícióval vagy rosszabb életteni állapottal (BÓKONY et al. 2012). Ezekben a vizsgálatokban az egyes élőhelyek urbanizáltságának mérése légi felvételekről történő kézi pontozásos módszerrel történt, amely során a beépített és növényzettel borított területek aránya, valamint az utak előfordulása került becslésre (LIKER et al. 2008). Ennek a módszernek előnye, hogy könnyen hozzáférhető és egyszerű, hátránya azonban, hogy rendkívül időigényes. Ennek menetét mutatjuk a következőkben.

A kézi annotációt 500 m x 500 m-es területeket ábrázoló képeken végeztük, amelyek 10 x 10 blokkra voltak felosztva. Minden blokk tartalmát – osztályozva az épületek, a vegetáció és az utak mértékét – a következő módszerrel értékeltük ki:

$$R_B = \begin{cases} 0 & \text{ha nincs épület} \\ 1 & \text{ha az épületek aránya 0 és 50\% között van} \\ 2 & \text{ha 50\% felett van az épületek aránya} \end{cases}$$

$$R_V = \begin{cases} 0 & \text{ha nincs vegetáció} \\ 1 & \text{ha a vegetáció aránya 0 és 50\% között van} \\ 2 & \text{ha 50\% felett van a vegetáció aránya} \end{cases}$$

$$P_R = \begin{cases} 0 & \text{ha nincs szilárd burkolatú út} \\ 1 & \text{ha van szilárd burkolatú út} \end{cases}$$

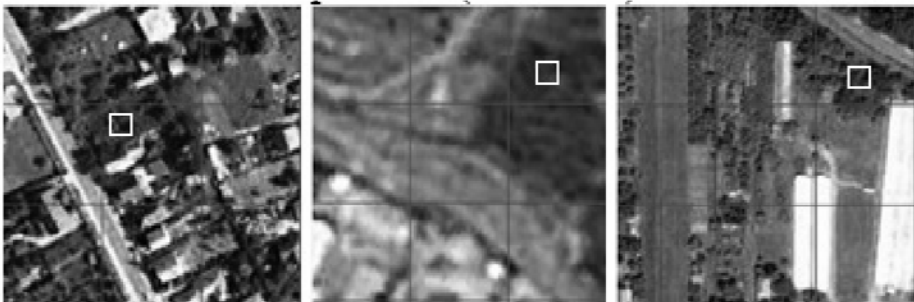
Az így kapott számértékek alapján a képeket egy 5 dimenziós vektorral jellemeztük $D = [\tilde{R}_B, \tilde{R}_V, N(R_B = 2), N(R_V = 2), N(P_R = 1)]$, ahol $\tilde{R}_B = \frac{\sum R_B}{100}$,

$$\tilde{R}_V = \frac{\sum R_V}{100}, \quad N(R_V = 2) \quad \text{azon blokkok száma, ahol } R_V = 2, \quad \text{ill. az}$$

$N(R_V = 2)$ és $N(P_R = 1)$ értékeket hasonló módon származtatjuk. Ahhoz, hogy a területek urbanizáltságát egyetlen számmal tudjuk jellemezni és a képeket egymáshoz hasonlítani, az első főkomponenset használjuk.

Félaautomata osztályozás adatbányászati módszerrel

A kézi módszer kiváltásának egyik módja az lehet, ha a különböző objektumokat mind felismerjük, majd pedig ezek arányát kiszámítjuk. Azonban ez az objektumok megjelenésének sokszínűsége miatt igen nehézkesnek tűnik, illetve a kézi annotációnak pontonkénti elvégzése sok kép esetén túl költségesen kivitelezhető. A másik – általunk implementált – megoldás szerint minden blokkra elegendő a kézi módszer eredményének reprodukálása gépi tanulás által.



1. ábra Három különböző körülmények között készült képrészlet (3x9 cella)

Forrás: GoogleEarth

A képi adatok ismertetése

A különböző évszakokban (37% tavasz, 30% ősz, 32% nyár, 1% tél) készült 41 db műholdképet a GoogleEarth-ről töltöttük le (néhány példát mutat az 1. ábra), minden kép egy 500 m oldalú négyzetet fed le. Nem volt információnk a képek fizikai felbontásáról, csupán a képet szolgáltatót céget tudtuk azonosítani (51% Digital Globe, 34% GeoEye, 15% NASA). A különböző részletgazdagságú képeket 134 cm/pixel méretűre normáltuk.

Képi tulajdonságok

Ahhoz, hogy a sokféle objektum változatos képe alapján a megfelelő besorolásokat meg tudjuk tenni, előre nem tudhatjuk, hogy milyen képi jellemzők lesznek alkalmasak. Ennek fő oka, hogy az utak, épületek és növényzet igen változatos formában és színben jelenhet meg, csupán nagy számú példa statisztikai elemzésén alapulhat az a módszer, amely optimális döntést hoz. Éppen ezért 52 db különböző képi leíró fogunk használni, jellemezve a területek színét, textúráját, az előforduló éleket és sarkokat. Minden blokk esetén a következő leírókat állítjuk elő: a) a Canny éldetektor (CANNY, 1986) 19 különböző beállítása által generált élpontok száma (19 érték); b) a Laws osztályozó (Laws, 1980) 4 különböző beállítása során generált, adott osztályhoz (fű, bokor vagy fa, épület, út, egyéb) tartozó pixelszámok (20 érték); c) a Harris (Harris et al. 1988) sarokdetektor 6 különböző beállításával generált sarokpontok száma blokkonként (6 érték); d) a blokk piros, zöld és kék csatornáinak átlagos értéke (3 érték); e) a színezeti érték (hue a HSV színtérben) átlagos és módusz értéke és a megfelelő szórás értékek (4 érték).

Osztályozási eredmények

A három osztályozási feladat (R_b , R_v , P_r) optimális megoldását 9 féle módszerrel kerestük (C5, KNN, SVM, logisztikus regresszió, neurális hálózatok, Bayes hálózatok, diszkriminancia elemzés, C&R fa, CHAID), dolgozatunkban csak az összességében legjobbnak ítélt módszer, az SVM (Support Vector Machines) eredményeit adjuk meg. A 41 képből kivágott 4100 blokk véletlenül kiválasztott felét használtuk a tanítás és másik felét a tesztelés során. Általában elmondható, hogy néhány százalékkal kicsit rosszabbul szerepelt a C5 és a KNN módszer, ill. ezek kombinációi, míg a többi osztályozó eljárás lényegesen gyengébben teljesített.

A **vegetáció** becslése 83,78%-os pontossággal sikerült az SVM eljárással, a tanítás sikeressége 86,14% volt, az 1. táblázat a módszer keveredési mátrixát tartalmazza. Az **utak** becslésére is végigpróbáltuk a különböző módszereket. Mivel a vegetáció becslése viszonylag jól sikerült, ezért az osztá-

lyozás olyan variációját is megvizsgáltunk, amikor a vegetáció címke magyarázó változóként lépett fel. Ebben az esetben több mint 10% javulás volt elérhető: a tanítás sikeressége 77,86%-ról 89,3%-ra, a tesztelés pedig 77,42%-ról 89,23%-ra ugrott. Megjegyezzük, hogy ebben a kísérletben a C5 Boosting módszer közel 91%-os pontosságot mutatott. Az **épületek** osztályozása esetén érték el a legrosszabb eredményt: 72,82%-ot, a tanítás 75,85%-os volt. A pontosságon nem segített a másik két osztályozó célváltozónak felhasználása sem.

1. táblázat Keveredési mátrix - vegetáció

Tanító	0%	<50%	>=50%
0%	9	6	7
<50%	1	534	126
>=50%	0	136	1173
Tesztelő			
0%	0	23	6
<50%	0	562	154
>=50%	1	158	1204

2. táblázat Keveredési mátrix - épületek

Tanító	0%	<50%	>=50%
0%	611	60	4
<50%	75	669	74
>=50%	11	86	402
Tesztelő			
0%	600	94	5
<50%	126	573	170
>=50%	13	172	355

3. táblázat Keveredési mátrix – utak

	Tanító		Teszt	
	nincs	van	nincs	van
nincs	898	58	919	73
van	155	881	154	962

Összefoglalás

Legjobb megoldásként összességében a hibázási ráta a tanító halmazon 16%-os, a teszthalmazon pedig kb. 18,3%-osnak mutatkozott az SVM módszer, ill. utak esetén a C5 Boosting alkalmazásával. A kézi módszerrel kiszámolt urbanizációs indexhez képest az általunk javasolt módszer relatív hibája 12,5%-nak adódott, a képek urbanizációs index szerinti sorrendje átlagosan 6,06%-ot változott a kézi pontozáshoz képest.

Irodalom

- ALBERTI, M.–E. BOTSFORD and A. COHEN (2001): Quantifying the urban gradient: linking urban planning and ecology, pp. 89-115. In Avian ecology and conservation in an urbanizing world. Kluwer Academic, Norwell, MA.
- ANDERSON, T. R. (2006): Biology of the ubiquitous house sparrow: from genes to populations. Oxford University Press, Oxford.
- BENEDEK CS.–DESCOMBES X.–ZERUBIA J. (2012): Building Development Monitoring in Multitemporal Remotely Sensed Image Pairs with Stochastic Birth-Death Dynamics., IEEE Trans. on PAMI 34:(1) pp. 33-50.

- BENEDEK CSABA–SZIRÁNYI TAMÁS (2009): Change Detection in Optical Aerial Images by a Multi-Layer Conditional Mixed Markov Model. *IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing* 47:(10) pp. 3416-3430.
- BÓKONY V.–SERESS G.–NAGY S.–LENDVAI Á. Z. & LIKER A. (2012): Multiple indices of body condition reveal no negative effect of urbanization in adult house sparrows. *Landscape and Urban Planning* 104: pp. 75-84.
- J. CANNY. (1986): A computational approach to edge detection. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 8(6): pp. 679–698
- DE LAET, J. AND SUMMERS-SMITH, J. D. (2007): The status of the urban house sparrow *Passer 531 domesticus* in north-western Europe: a review. *J. Ornithol.* 148, S275–S278
- DONNAY, J. P.–BARNESLEY, M. J. és LONGLEY, P. A. (2001): *Remote Sensing and Urban Analysis*. London: Taylor and Francis.
- GERMAINE, S. S. and WAKELING, B. F. (2001): Lizard species distributions and habitat occupation along an urban gradient in Tucson, Arizona, USA. *Biological Conservation*, Volume 97, pp. 229-237.
- C. HARRIS and M. STEPHENS. (1988): A combined corner and edge detector. In *Proceedings of the 4th Alvey Vision Conference*, pp. 147–151,
- JEANSOULIN, R.–FONTAINE, Y. and WERNER F. (1981): Multitemporal segmentation by mean of fuzzy sets. In: *Proceeding of Seventh International Symposium on Machine Processing of Remotely Sensed Data*, LARS Purdue University, Lafayette, pp. 336-339.
- KETTIG, R. L. and LANDGREBE, D. A. (1976): Classification of multispectral image data by extraction and classification of homogeneous objects. *IEEE Transactions on Geoscience Electronics*, 14(1), pp. 19-26.
- K. LAWS. (1980): *Textured image segmentation*. Dept. of Electrical Engineering, University of Southern California
- LIKER, A.–PAPP, Z.–BÓKONY, V. & LENDVAI, Á. Z. (2008): Lean birds in the city: body size and condition of house sparrows along the urbanization gradient. *Journal of Animal Ecology* 77: pp. 789-795.
- MCDONNELL–MARK & HAHS, AMY. (2008) The use of gradient analysis studies in advancing our understanding of the ecology of urbanizing landscapes: current status and future directions. *Landscape Ecology*, 23, pp. 1143-1155.
- MARZLUFF, J. M.–SHULENBERGER, E.–ENDLICHER, W.–ALBERTI, M.–BRADLEY, G.–RYAN, C.–ZUMBRUNNEN, C.–SIMON, U. (2008): *Urban ecology - An international perspective on the interaction between humans and nature*. Springer, New York, USA.
- Mindennapi Madaraink Monitoringja, online adatbázis, <http://mpc.mme.hu/charts/trends> (elérve: 2012.03.23).
- SERESS G.–BÓKONY V.–PIPOLY I.–SZÉP T.–NAGY K. és LIKER A.(2011): Urbanizáció, szülői gondozás és szaporodási siker hazai verébpopulációkban. Előadás: XIII. Magyar Etológiai Kongresszus, Debrecen, 2011. november 25-26.
- UNGER, Z.–SÜMEGHY Á.–GULYÁS Z.–BOTTYÁN and L. MUCSI (1999): Modelling of the Maximum Urban Heat Island, ICB-ICUC'99, Sydney, 8-12, November 1999

ISMERTETŐ a „VÁROSGAZDA” Városüzemeltetési Integrált Térinformatikai Rendszerről

Cservenák Róbert

*okl. Földmérő és Térinformatikus mérnök, HungaroCAD Kft – Térinformatikai csoportvezető
www.hungarocad.hu, cservenak.robert@hungarocad.hu*

A „VÁROSGAZDA” rendszert az ALBA GEOTRADE Tervező és Földmérő Zrt. és a HungaroCAD Informatikai Kft. készítette a Székesfehérvár Városgondnoksága Kft. igényei alapján az INVATER (Integrált vagyongatásügyi és térinformatikai rendszer) önkormányzati rendszer kiegészítéseként.

A „VÁROSGAZDA” jelenlegi formájában alapos előkészítő munka eredménye, részletesen megismert igényeken (**mit?**), kidolgozott elképzeléseken (**hogyan?**) és nem utolsósorban **pontos geodéziai felmérésen alapul**.

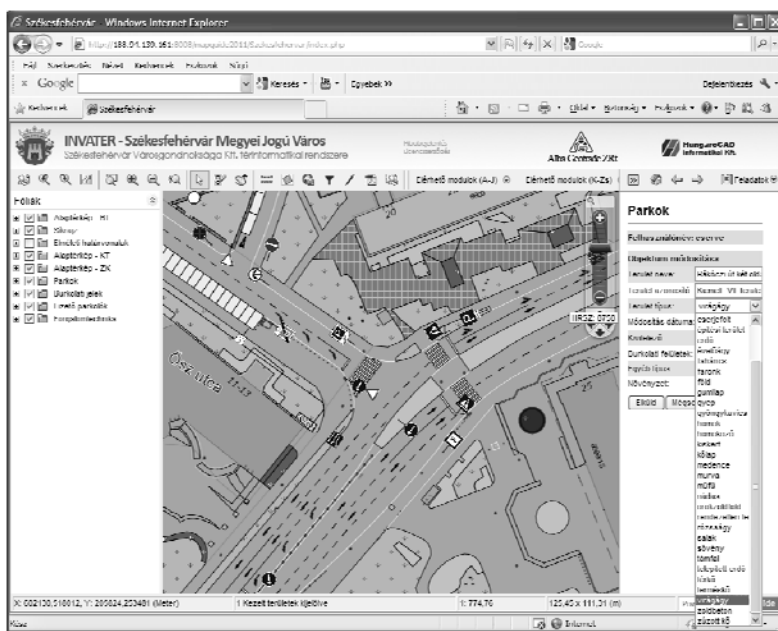
A „VÁROSGAZDA” egyik **előnye a moduláris felépítése**, így az újabb elvárások vagy a napi működés tapasztalatai alapján felmerülő igények rugalmasan szolgálhatóak ki. Másik nagy előny a rendszer **felhasználóbarátsága**, ugyanis a „VÁROSGAZDA” nem igényel különösebb szakmai előtanulmányokat. A „VÁROSGAZDA” elérhető belső intranetes hálózaton, illetve az interneten is, de a WEB-es böngésző alatt futó alkalmazás külön telepítést nem igényel. A rendszert egyszerre többen is (egyes funkciókat akár a lakosság is) használhatják, míg az érzékeny funkciók használata jogosultsághoz kötött. Amit fontosnak tartunk megjegyezni: nemcsak a rendszer létrejöttét, hanem a változások folyamatos rendezését és az informatikai támogatást is tartalmazza a fehérvári projekt. Ez a rendszer hosszú távú használhatóságának egyik kulcskérdése.

A GIS megoldás háttérét **Autodesk MapGuide Enterprise** szerver biztosítja. **Jelenleg 29 modul működik a rendszerben**, a teljesség igénye nélkül, **olyan fontos modulok, mint a város útnyilvántartása, a teljes zöldterület-kataszter, játszóterek, padok, közterületi eszközök nyilvántartása, de megtalálhatóak a különböző járattervek és a teljes KRESZ tábla-nyilvántartás a burkolati jelekkel együtt**. A 29 modul szinte teljesen felöleli a város műszaki vagyonának nyilvántartását. A „VÁROSGAZDA” főbb funkcionalitásai közé tartozik a grafikus, képi és alfanumerikus adatok sokféle szempont szerinti megjelenítése, mérés, objektumok keresése, objektum adatok megjelenítései, grafikus adatok és lekérdezés eredmények nyomtatása, dokumentumokkal történő kapcsolat létrehozása. Így a modulok képesek arra, hogy tetszőleges lehatárolási egységben (például adott választókerületben) egyedi célú lekérdezést hajtsunk végre. **A „VÁROSGAZDA” alkalmazásával rengeteg helyszíneléssel töltött idő és járulékos költsége (eszköz, üzemanyag, stb.) takarítható meg, gyorsabb és pontosabb dön-**

tés-előkészítés valósítható meg, ami elengedhetetlen a XXI. századi felelős gazdálkodáshoz.

A két cég a modulok teljes elkészítési folyamatában aktív és irányító szerepet töltött be. **A részletes adatgyűjtés és a meglévő adatok konzisztens átalakítása elsődrendű fontosságú volt** a későbbi használhatóság szempontjából. Az adatokat korszerű geodéziai megoldásokkal gyűjtöttük (GPS eszközök, lézeres mérőállomások felhasználásával, ortofotó feldolgozásával, stb.), de legalább ennyire fontos része a feladatnak a másodlagos adatok begyűjtése is, mint pl. a fényképek, műszaki tervek integrálása.

A „VÁROSGAZDA” tervezésekor a továbbfejleszthetőség mellett, fontos szempont volt, hogy a pénzügyi keretek függvényében képes legyen fogadni új modulokat, illetve alkalmas legyen kielégíteni új igényeket is. Így a következő ütemben csatlakozni fog a rendszerhez további önkormányzati feladatok ellátása is, mint pl. a vagyontaszter, illetve egy digitális tervtár kiépítése is előtérbe került.



Székesfehérvár – INVATER Városgazda rendszere

Az Internetes felület kialakítása

A legfontosabb feladat, hogy olyan kezelőfelületet alakítsunk ki, amely egyrészt bárki számára könnyen elsajátítható és használható, másrészt amellet, hogy alkalmas a gyors térképkezelésre és adatlekérdezésre, operációs rendszer függetlenséget is biztosít. Mivel napjainkban az Internet szinte

életünk minden területén teret hódít, a térinformatikai rendszer működtetéséhez szükséges alkalmazás is ilyen technológiára épül. Ez egyrészt biztosítja bárki számára, hogy egy egyszerű Internet böngészővel használhassa a programot, másrészt egy időben korlátlan számú felhasználó bármilyen távolságból jelentkezhet be a szerverre és kérdezheti le az adatokat.

A térinformatikai rendszer több jogosultsági szintből (publikus, felhasználói, rendszergazdai) és „feladat végrehajtási” részből (adatrögzítő, térkép-készítő, lekérdező, stb.) áll. A térképek és alfanumerikus adatok rendszerbe integrálását, szolgáltatását és megjelenését a HungaroCAD Kft végzi. A térképek előállítás, digitalizálása minden szempontból rendszerfüggetlen, mely a Magyarországon ismert számtalan alapadat-fajták ismeretében szinte már elengedhetetlen. A rendszer képes vektoros és raszteres adatokat a legismertebb térinformatikai és CAD rendszerekből átalakítás nélkül hasznosítani, így nem kis időt és pénzt takaríthatunk meg. Az önkormányzatok számára elengedhetetlenül fontos alfanumerikus adatokat a rendszer relációs adatbázisokban tárolja. A megjelenítéshez előre formázott lapokat és táblázatokat használunk.

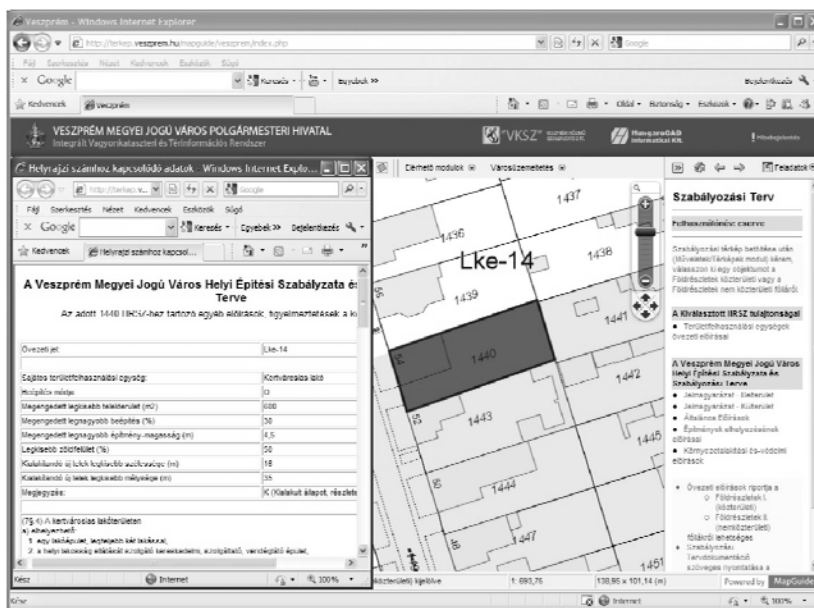
A jelenlegi helyzet és a megvalósult rendszerek

A HungaroCAD Kft. több önkormányzati, kistérségi rendszernek nyújt teljes körű informatikai háttérrel (Zalaegerszeg, Veszprém, Nagykanizsa, Székesfehérvár, Szigetszentmiklós, Sopron, stb.), szoftverei testreszabhatóak, jól kezelhetőek, sokoldalúak. A Településfejlesztők Országos Szövetsége tagjaiként sok más (nem informatikai) céggel, szakértővel együtt tervezzük rendszereinket, próbáljuk szabványosítani a hivatali Internetes/Intranetes megoldások eszköz-és szimbólumrendszerét, az állományokat, a kapcsolókat más rendszerekkel, a felhasználói felületet; alkalmazkodva az aktuális törvényi szabályozásokhoz.

Az egyik fontos és elengedhetetlen feltétele rendszerünk használatának a hardver háttér. Bízható, hogy az önkormányzatok szinte kivétel nélkül rendelkeznek azokkal az eszközökkel, melyek minimálisan szükségesek a rendszerünkhöz való csatlakozáshoz. A Minisztérium Informatikai Főosztályának tájékoztatása alapján további pályázati lehetőségek nyílnak majd a géppark fejlesztésére, melynek elsődleges célja az Interneten való megjelenés, ill. az azon keresztüli információáramlásba való bekapcsolódás. A fent említett fejlődés utat nyit a legkisebb, legelmaradottabb településeknek is az általunk ajánlott térinformatikai rendszeren alapuló rendezési terv elkészítéséhez, ill. használatához, s talán ezáltal csökkenthető a lemaradás mértéke, s egyben lehetőség nyílik az ezirányú teljes felzárkózásra.

A térinformatikában, így a különböző tervek készítésekor is, a digitális térképek használata a végső cél, melyre vonatkozóan az első lépések meg

is történtek, mind a Földhivatalnál, mind egyes Önkormányzatoknál (számuk jelenleg még nem számottevő), valamint néhány élenjáró közműszolgáltatónál. Az említett korszerű technológia előretörése azonban a legoptimistább jóslatok szerint is évtizedekben mérhető, melynek elsődleges okai: nagy költségigény, valamint maga a feldolgozás is hosszadalmas folyamat. Emellett a korábbi állapotok archiválására illetve bármilyen időbeli visszatekintésre az új rendszer önmagában nem alkalmas. Ezzel ellentétben az általunk kifejlesztett rendszer a hivatalos, jelenleg mindenhol elfogadott és használt térinformatikai adatbázisokon alapul, pontossága bármilyen elvárásnak megfeleltethető, s a későbbi fejlettebb rendszerek megjelenésekor is a történeti visszatekintés értékes információ, alapja a későbbi jó tervezésnek.



Veszprém INVATER – Rendezési Terv

Alaprendszer, alapmodulok, alapfunkcionalitás

A térinformatikai rendszerhez WEB-es felületen a megfelelő jogosultságkezelés mellett lehet hozzáférni. Az egyes önkormányzatok térképei, adatai, kapcsolt dokumentumai, képei a szerveren található biztonságos környezetben. Minden önkormányzat, városgazdálkodási szerv csak a saját adataihoz férhet hozzá és a felhasználó jogosultsági szintének megfelelően módosíthatja azt.

A térinformatikai rendszer felhasználói felülete biztosítja a térképen történő navigációt, nyomtatást és elérhetővé teszi a felhasználó által megrendelt modulokat.

Az alaprendszerben egy országos térkép található, mely határvonalakban tartalmazza kb. 1:100.000-es léptéli szintnek megfelelően a településhatárokat, vízrajzot, közlekedést, nagyobb erdő és természetvédelmi területek határait.

A térinformatikai rendszerben használható modulok a rendelkezésre álló alaptérképek függvényében használhatók. Olyan modulok, melyek földhivatali alaptérképet igényelnek (pl. Vagyonkataszter) csak akkor használhatók, ha az rendelkezésre áll. Minden modulnak saját adatmodellje van, ezen adatmodelleket a sok éves tapasztalat alapján építettük fel.

HRSZ és Postacím alapú keresés

A HRSZ alapú keresés földrészlet poligonokra keres, ezért csak olyan helyeken lehet a funkciót használni ahol a DAT térkép rendelkezésre áll. A postacím keresés a DSM térképen is megoldható.

Redline (megjegyzések) modul

A Redline objektumok fő célja, hogy Internet/intranet környezetben keresztül a térképre megjegyzéseket rajzolhassunk. Ezen a felületen történő rajzolás nem tesz lehetővé pontos szerkesztést. A rajzolás felhasználói név függő, ezért kérjük mindenki a saját nevével jelentkezzen be. Ellenkező esetben a rendszergazdák nem tudjuk ki tett megjegyzéseket a térképre. Saját objektumok mindvégig megmaradnak (kijelentkezést követően is), míg a felhasználó azokat egyenként vagy a teljes fóliát kijelölve nem törli.

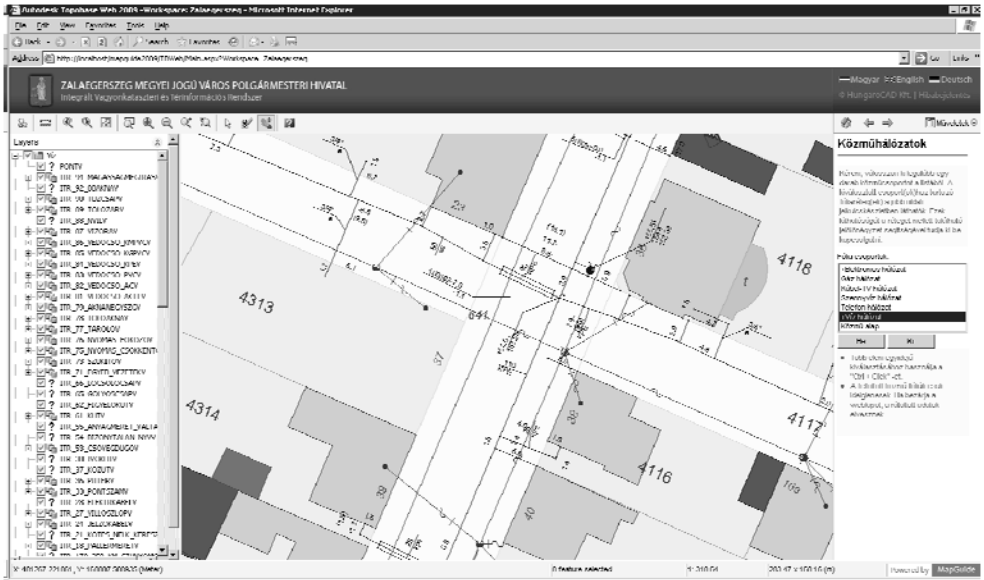
ÁLM - Általános lekérdező modul

Az *ÁLM* több funkció alapjául is szolgál. Célja, hogy rugalmasan összeállítható lekérdezésekkel segítse a felhasználó munkáját. Az *ÁLM* egy WEB felületről elérhető *SQL* alapú lekérdező modul. A WEB-es felületről bárki elérheti és segítségével saját, egyedi lekérdezéseket lehet összeállítani. Az *ÁLM* lényege, hogy a rendszerben található térképi rétegek és a hozzájuk tartozó alfanumerikus adatok alapján tetszőleges lekérdezéseket készíthetünk. A lekérdezés eredménye a térképen megjeleníthető, az alfanumerikus adatok pedig táblázatos formátumban megtekinthetők, illetve elmenthetők.

Választható modulok

A választható modulok, egyedileg megrendelhetők. Rögzített adatmodell rendelkeznek.

Modul neve	Tartalma
Forgalomtechnika, Irányító információs táblák	KRESZ táblák, burkolati jelek helye, típusa, adata
Buszvárók	Buszmegálló szemetesek, Buszmegálló padok, Buszmegálló épületek, Buszmegálló (hely, adat, kép, dokumentum)
Fekvőrendőrök	Fekvőrendőr objektumok (hely)
Fizető parkolók	Fizető parkoló területek, automaták (hely, adat, kép, dokumentum)
Hidak	Híd törzskönyvek (hely, adat, kép, dokumentum)
Jelzőlámpás csomópontok	Jelzőlámpák csomópontjai (hely, adat, kép, dokumentum)
Közművek	Szakági közmű műszaki rajzok betöltése. Pl. víz, elektromos, gáz, csatorna, stb.
Közterületi eszközök	Játszótér, kutyatoalett, utcabútor, sporteszköz, szemetes, egyéb (hely, adat, kép, dokumentum)
Nyílt vízfolyások	Árkok, átereszek, közutak alatti átereszek (hely, adat, kép, dokumentum)
Parkok	Park objektumok (hely, adat, kép, dokumentum)
Síkosságmentesítés, úttisztítás járaterv	Síkosságmentesítési és úttisztítási járattervek, ütemek vonalas rajzai
Vasúti átjárók	Vasúti átjárók alaprétegei, láthatósági háromszögek, helyszínelési jegyzőkönyv
Választókerületek	Választókerületek határvonalak, választási térképek
Díszkutak, ivókutak	Díszkutak, ivókutak (hely, adat, kép, dokumentum)
Szobrok, műemlékek	Szobrok, domborművek, épületplasztikák, emléktáblák (hely, adat, kép, dokumentum)
Szemetes-konténer tárolók	Szemetes-konténer tárolók Szemetes-konténer tárolók
Erdők	Bel- és külterület eszközök (hely, adat, kép, dokumentum)
Szemetes ürítés járaterv	Szemetes ürítés járattervek, ütemek vonalas rajzai
Fanyilvántartás	Fakataszter nyilvántartás
Közvilágítás, díszvilágítás	Lámpatestek és díszvilágítás (hely, adat, kép, dokumentum)
Temető sírhelyek	Sírhely adatok, temetőkönyv, temető zöldterületek
Tavak, víztározók	Tavak, víztározók (hely, adat, kép, dokumentum)
Reklámtáblák, vitrinek	Reklámtáblák, vitrinek (hely, adat, kép, dokumentum)



Zalaegerszeg város INVATER rendszere (közműhálózatok)

Magyarországi falvak lehatárolása EO-1 – hiperspektrális űrfelvételek segítségével

Deák Márton¹ – Ónodi Zsolt² – Dr. Mari László³

1. PhD hallgató, ELTE Természetföldrajzi Tanszék, dmarton@elte.hu
2. Egyetemi tanársegéd, ELTE Társadalom- és Gazdaságföldrajzi Tanszék, onozsott@gmail.com
3. Egyetemi docens, ELTE Természetföldrajzi Tanszék, mari.laci@gmail.com

Abstract: We tried to determine the location and morphology of Hungarian towns through automatic and manual classification methods using Earth Observing-1 (EO-1) satellite imagery. Supervised, and unsupervised classification along with target detection with both multispectral and hyperspectral imagery were analyzed in the means of spatial accuracy. Despite its mediocre result (46 %) Spectral Angle Mapper (SAM) with hyperspectral data proved to be the best solution. The same classification method with multispectral imagery proved to be more accurate three times (mahalanobis distance, IsoData classification and ACE), while only SAM and CEM produced better results with hyperspectral imagery.

Bevezetés

A jelenkor távérzékelésének egyik leggyorsabban fejlődő ágazata a hiperspektrális technológia. Ennek a rendkívül nagy információtartalommal rendelkező adatforrásnak kézenfekvő felhasználási módja lehet egyetlen hiperspektrális felvétel alapján térinformációs rendszert készíteni, hiszen így az adatok biztosan egy vonatkoztatási rendszerben lesznek és azonos időpontban, nagy területről készülnek. A földfelszín monitoringozása hiperspektrális űrfelvételekkel nem újszerű ötlet (lásd: BOGNÁR P. et al., 2005), az adatok minél nagyobb fokú automatizáltsága azonban egyelőre számos kérdőjelet vet fel.

Az alább közölt vizsgálatnak kettős célja van: egy hiperspektrális adatokra támaszkodó, egyelőre doktori kutatási témaként készülő rendszer számára viszonylag egyszerű és automatizálható módon elkülöníteni a településeket a természetes, természetközeli vagy mezőgazdasági művelés alatt álló felszínektől, valamint megvizsgálni, hogy az így elkülönített állományok alkalmasak lehetnek-e településmorfológiai vizsgálatokra? Mindkét esetben az Earth Observing-1 műhold két érzékelőjének, a hiperspektrális Hyperion (356 nm – 2577 nm, 242 sáv) és a multispektrális ALI (480 nm – 2350 nm, 10 sáv) kamerának egy időpontban készült adatait vetettük össze.

A felvételek előfeldolgozása

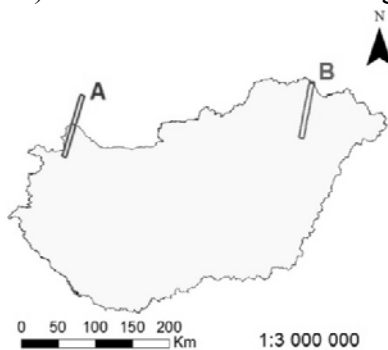
Mivel az EO-1 műhold Hyperion érzékelője eredeti célja szerint repülőgép, nem pedig műhold fedélzetén működött volna, az elkészült felvételekben is számos hibát találhatunk. Az előfeldolgozás így különösen nagy hang-

súlyt kap. Alapvetően két féle „hibás” sáv lehet az EO-1 felvételeiben, az egyik az atmoszférikus elnyelési tartomány miatt nem a felszínről, hanem a légkörről adatokat közlő sávokat, a másik egyrészt a kalibrátlanság, másrészt pedig a világűrben történő érzékelés következtében bekövetkező alacsony jel/zaj arányt jelenti (DATT, B. et al 2003). A felvételek elemzésekor ezért mellőztük 1–16, 60–64, 67–77, 79, 80–81, 98–100, 120–134, 165–182, 184–187, 190, 219–242-es sávok használatát, így az eredeti 242 helyett mindössze 141-et használtunk fel.

A mintaterületek

A vizsgálat mintaterülete két magyarországi, illetve részben szlovákiai falusias térség volt (*1. ábra*). Az elemzések során felhasznált felvételek 2010. október 9-én (ID: 1890262007290110PX –*1/A ábra*), illetve 2006. július 7-én (ID: 1860262006188110KF - *1/B ábra*) készültek. A felhőzettség az A felvételen 0%, a B-n azonban 20%-os – ezek a területek kimaszkolásra kerültek. A felvételek radiometrikus korrekciója már korábban megtörtént, a terepi felbontás minden esetben 30 m/pixel volt.

A mintaterületeken belül is kiválasztottunk egyes „mintafalvakat” annak a vizsgálatára, hogy a különböző falumorfológiai típusok – így a beépített területek eltérő jellegű geometriai kialakítása – hogyan befolyásolják a kiértékelési módszereket. Bár jelen írásnak nem célja, hogy részletesen feltárja a spektrális jellemzők és falumorfológia közti összefüggést, mégis szükségesnek éreztük mélyebben elemezni ezeket a falvakat, felépítésüket és épületeik tipikus elhelyezkedését, összefüggést keresve a lehatárolási pontosság és ezen jellemzők között. A morfológiai elemzést nagyobb felbontású (Quickbird, SPOT, EarthView-1) felvételek alapján végeztük.



1. ábra Mintaterületek

Halmazfalu: Szemet (Kalinkovo) (A), Tiszalök (B)

A halmazfalu szabálytalan alaprajzú településtípus. Ez a szabálytalanság a falut felépítő alapelemek mindegyikénél megfigyelhető: a telektömbök és telkek szabálytalan alakúak, s a telkek belső tagolása, az épületek elhelyezkedése is változatos, nem ismerhető fel benne különösebb rendszer (KOVÁCS Z. 2007).

Szemet telkeinek belső tagolása nem szabálytalan, csak változatos. Északon és keleten kisméretű, rövid telkek találhatók; a település magjában szalagtel-

kek helyezkednek el, délen pedig fiatalabb beépítés változatos alakú és méretű telkei találhatók.

Ezzel szemben Tiszalök (mely ugyan városi rangú település, méretét tekintve –5567 fő lakónépesség– azonban az óriásfalvak kategóriájába tartozik) alaprajzi sajátosságai mindenben megfelelnek a halmazfalu jellemzőinek.

Többutcás szalagtelkes falu: Zalkod (B)

A többutcás szalagtelkes falu szabályos alaprajzú típus. A szalagtelkes falu olyan település, amelynek belterületi telkei keskenyek, de hosszúak, egymással hosszabb oldaluk mentén határosak, s így alkotnak sorozatot. A szalagtelkek jellemző beépítése hézagos, a telkek utcafronti részén áll a telkhatárra épített, rövidebb oldalával az utcára néző ház. A lakóépület mögött udvar, gazdasági épületek, azok után pedig veteményes, gyümölcsöskert, esetleg kisebb területű szántóművelés alatt álló terület található (KOVÁCS Z. 2007). Zalkod esetében még csak a főutcáról mindkét irányban egyaránt leágazó mellékutcák figyelhetők meg, az ezeket összekötő utcák azonban még nem jöttek létre.

Babót észak-déli futású főutcájából is ágaznak le mellékutcák, bár jóval kevesebb, mint Zalkod esetében, itt mégis kialakult a főutcával nagyjából párhuzamos, attól keletre húzódó újabb utca.

Útifalu: Sárzasadány (B)

Az útifalu szintén szabályos alaprajzú alaktani típus, olyan település, amelynek két sorban álló szalagtelkei egy átfutó út két oldalán helyezkednek el. A szalagtelkek út belső tagolása megegyezik a szalagtelkes falunál megfigyelhetővel, ezért az útifalu megjelenését tekintve könnyen összetéveszthető a szalagtelkes faluval. Fontos különbség az átfutó, többnyire térségi vagy országos jelentőségű út megléte, mely a falu létrejöttének és fejlődésének katalizátora (KOVÁCS Z. 2007).

Az útifaluk eredetileg mind egyutcásak voltak, közülük azonban némelyek az évszázadok alatt több utcássá váltak. Ez a jelenség szintén megfigyelhető Sárzasadány esetében a falu észak-déli utcájáról észak-északkeleti irányban ágazik le egy mellékutca.

Halmazosodó többutcás szalagtelkes falu: Rajka (A), Tiszavasvári (B)

Rajkát vizsgálva szépen felismerhetők a szalagtelkek, s az egymással nagyjából párhuzamos utcák, melyek a többutcás szalagtelkes falvak jellemzői, azonban főleg az északi és déli részein a községnek már szabálytalanab-

bá vált az utcahálózat, s a szalagtelkek is részben vagy egészben eltűntek. Rajka azonban a halmazosodásnak, a települési szövet besűrűsödési folyamatának még viszonylag korai fázisában jár, a többutcás szalagtelkes jelleg elég erős.

Tiszavasvári esetében a halmazosodásnak éppen a kiteljesedés előtti fázisa figyelhető meg. Tiszavasvári egy nagyságrenddel nagyobb település, mint Rajka, így növekedése is régebb óta tart. A települési szövet, az utcahálózat teljesen szabálytalannak tűnik, azonban alaposabban szemügyre véve még ma is kivehető két északnyugat-délkeleti futású, nagyjából párhuzamos utca, valamint a telektömbök belsejét vizsgálva az egykori szalagtelkek formája. A klasszikus többutcás szalagtelkes falu egyfelől terjeszkedett, terjeszkedése során azonban már nem igazodott a szabályos alaktani formákhoz, másfelől belseje egyre zsúfoltabb, s ehhez igazodva egyre tagoltabb lett. Ma településmorfológiáját tekintve városias településről van szó, s ezt mind mérete, mind jogállása igazolja.

Sakktábla alaprajzú falu: Cseklész (Bernolákovo) (A), Levél (A), Szorgalmatos (B)

A sakktábla alaprajzú falu a szabályos településtípusok közé tartozik. Jellemzője a derékszögekkel és párhuzamosokkal tervezett utcahálózat, a téglalap (ritkábban négyzet) formájú telektömbök, azokon belül az egyforma telek kiosztás és beépítés. A sakktáblás elrendezés tudatos tervezés-tervezés eredménye, melynek célja az áttekinthető térszerkezet kialakítása és az ideális térkihasználás. Elsősorban olyan területeken jöhetnek létre, ahol komolyabb domborzati akadályok nincsenek (KOVÁCS Z. 2007).

Cseklész vasúttól északnyugatra fekvő részén a halmazosodó szalagtelkes elrendezés észak és kelet felé fokozatosan sakktáblás elrendezéssé alakul. Felismerhető a szalagtelkes falura jellemző forma Levél nyugati részén is, melyhez azonban a falu növekedésével jóval nagyobb kiterjedésű sakktábla alaprajzú településrész nőtt hozzá.

Szorgalmatos azonban kiváló példája a teljes egészében tervezett falu alaktani megjelenésének. Utcáira a derékszögesség jellemző, csaknem az egész településen azonos méretűek a telkek.

Vizsgálati módszerek

Az eddigi, szubpixeles (HENITS L., MUCSI L. 2010) és textúra (COLANINNO, N. et. al. 2011) alapú módszerekkel szemben a hiperspektrális felvétel információtartalmát kihasználó, elsősorban a spektrális keresési módszerekre helyeztük a hangsúlyt.

A felhasznált vizsgálati módszereket automatizáltsági fokuk – így egy automatizált GIS rendszerben elhelyezkedő lehetséges szerepük szerint is elemeztük. Összesen három eljárást alkalmaztunk: Irányított osztályozást, irányítatlan osztályozást és spektrális egyezést (target detection). A vizsgálat célja annak a megállapítása volt, hogy az alábbi módszerek során milyen pontossággal lehet településeket lehatárolni, azaz a pozitív értéként definiált pixelek mekkora része esik településre, valamint a települések mekkora hányada lesz pozitív pixelek által lefedve? Minden vizsgálatot kétszer végeztünk el, egyszer a hiperspektrális Hyperion, egyszer pedig a multispektrális ALI felvételeivel.

Irányított osztályozás

A számos ismert és széles körben elterjedt irányított osztályozási eljárás közül a „Mahalanobis distance” módszert alkalmaztuk. T.E. SMETEK és BAUER K. W. (2006) szerint ez a módszer nagy elemszámnál, szélsőséges értékek között is megbízhatóan működik.

A mintaterületek lehatárolása során mindkét esetben 15 különböző osztály határoztunk meg, ezek: település, 6 mezőgazdasági osztály, 5 természetes, szárazföldi növényzet, 2 különböző vízborítás (mélyvíz, sekély víz), valamint vízparti növényzet.

Irányítatlan osztályozás

A vizsgálat során IsoData osztályozást alkalmaztunk. Mivel vizuális kiértékelés során 15 különböző felszínborítási osztályt határoztunk le, ezért a művelet során kialakítható osztályok számát is így, egészen pontosan 10 és 20 közé adtuk meg – maximális 20 iterációval. Minden esetben 11 osztály jött létre.

Spektrális egyezés (target detection)

Abból a feltételezésből indultunk ki, hogy a települések beépített területeinek anyagi tulajdonságai – így a kevert pixelek reflektancia értékei is – nagyjából hasonlóak és létre lehet hozni egy olyan görbét, ami bizonyos mértékig „általános” településként – elfogadható. A két felvétel elemzéséhez összesen 4 görbét használtunk fel, mintaterületenként egy ALI és egy Hyperion görbét. Minden egyes minta 9, az ALI és Hyperion esetén területileg megegyező, vizuális kiértékeléssel beépített területként meghatározott felszíni pont átlagaként lett meghatározva.

A felhasznált módszerek a következők voltak:

ACE (Adaptive Coherence Estimator): A célgörbét a mintagörbével és egy nullgörbével is összeveti, majd meghatározza a valószínűségét annak, hogy a célgörbe X^n -ik pontja a mintagörbe, majd pedig annak, hogy a nullgörbe X^n -ik pontjával lesz egyenlő.

CAM (Constrained Energy Minimization): a Matched Filtering (MF) egy matematikailag továbbfejlesztett változata. Kis célpontok megtalálására alkalmatlan és kis elemszámú mintával is kevésbé hatékony (FARRAND W. H – HARSANYI, J. C. 1997).

SAM (Spectral Angle Mapper): A spektrumgörbe töréspontjainál található szögeket veszi figyelembe (mintagörbe szögei a célpontgörbe szögeivel szemben). Mivel csak a töréspontokat vizsgálja, az intenzitásértékeket nem, a módszer intenzitás-független – így ugyanazt a görbét más megvilágítási viszonyok között is fel lehet használni.

Eredmények

1. táblázat Az A és B terület összesített pontossága

Hyperion	Osztályozás:	Irányítatlan oszt.	Irányított oszt.	ACE	CEM	SAM
	Összes pozitív településen belül (%)		16,51	24,27	19,39	29,35
Település lefedettsége (%)		43,74	34,61	1,96	6,89	5,85

ALI	Osztályozás:	Irányítatlan oszt.	Irányított oszt.	ACE	CEM	SAM
	Összes pozitív településen belül (%)		20,17	27,32	43,14	5,10
Település lefedettsége (%)		40,48	21,76	1,06	54,58	8,59

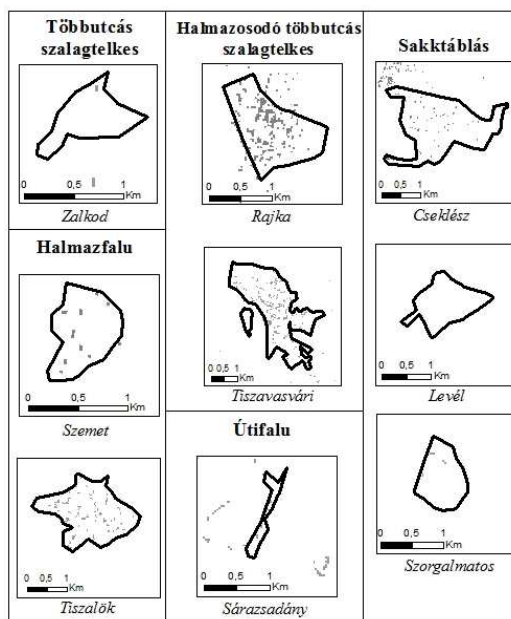
Elsősorban azt vizsgáltuk, hogy a különböző módszerek által pozitívként – azaz településként – meghatározott felszíni pontok (pixelek) hány %-a esik településen belülre, valamint azt, hogy a települések mekkora hányada lesz ilyen módon lefedve (1. táblázat). Megvizsgáltuk továbbá az egyes, korábban meghatározott településmorfológiai típusokat is azok lefedési arányával együtt (2. ábra, 2. táblázat).

A pontosság kis-közepes mértékének legfőbb oka a kopár szántóföld és a településként értelmezett mintagörbe közti nagy hasonlóság volt – a fals pozitív értékek több, mint felét az adta ki. További eredmény, hogy az ACE az A terület esetén jóval alacsonyabb értékeket adott, mint a B terület esetén (Hyp: 15 %, ALI: 19 % szemben 61 % illetve 53 %-al), míg minden más módszer megközelítőleg azonos volt a két területen. Ennek az oka egyelőre nem tisztázott, de valószínűleg az őszi (az A területről készült felvétel októberi, a B terület júliusi) felszínborítási típusok spektrális varianciájában keresendő.

Az ALI adatok között az ACE eljárás bár nagyobb pontosságot ért el, mint a SAM, annak kis mértékű lefedettsége (1 %) alkalmatlanná teszi a használatra – több olyan település is volt, amelyre egy pont sem esett - bár a SAM esetében is ez volt a helyzet egyetlen település, Levél esetében. Hasonló a helyzet a CEM nagy fokú lefedettségével, itt az összes településként értelmezett pixelnek mindössze 5 %-a esett településre, 95 % tehát fals pozitív érték volt.

Következtetések

5-ből mindössze 2 módszer esetén tett a Hyperion hiperspektrális érzékelője pontosabb területi lehatárolást lehetővé – a CEM azonban, mint korábban írtuk, kisebb elemszámú minta (pl. multispektrális görbe) esetén törvényszerűen pontatlanabb. A legjobbnak ítélt (46 %), hiperspektrális adatokkal dolgozó SAM eljárás esetén azonban csaknem 16 %-os pontossági növekedés volt megfigyelhető az összességében második legjobb, multispektrális adatokkal dolgozó ugyancsak SAM-mal szemben.



2. ábra A vizsgált települések és lefedettségük morfológia szerint

Rajka	14,95	Halmazosodó többutcás szalagtelkes
Tiszavasvári	7,62	Halmazfalu
Tiszalök	6,07	
Szemet	3,10	Útifalu
Sárazsadány	5,10	Sakktáblás
Cseklész	2,13	
Szorgalmatos	1,07	
Levél	0,00	Többutcás szalagtelkes
Zalkod	0,28	

2. táblázat A vizsgált települések lefedettsége (%)

Az így elért eredmény azonban még nem elég településmorfológiai vizsgálatokhoz. Az azonban jól látszik, hogy egy viszonylag szabálytalan településtípus, a halmazosodó, többtűcs szalagtelkes falvak esetében a legnagyobb lehatárolás pontossága (15 %, 7 %). A legnagyobb eltérés – és egyben a legkisebb érték – a várttal ellentétben a szabályos, sakktábla alaprajzú településeknél figyelhető meg.

További finomításokkal, valamint a spektrális egyezés során a kopár szántóföld előzetes kiszűrésével a pontosság megközelítheti a már jónak mondható – legalább 80 %-os – szintet. Az automatizálási eljáráshoz a SAM megfelelő lehet, hiszen mindössze egyetlen görbét igényel bemeneti állományként, ami a módszer sajátosságaiból adódóan intenzitás-független, csak a spektrális görbe töréspontjait vizsgálja – így az év során a Nap járásától függően eltérő megvilágítási viszonyok között is jól működhet.

Irodalom

- BOGNÁR P.–TÍMÁR G.–FERENCZ CS.* (2005): A földfelszín folyamatos monitorozása hiperspektrális műholdas adatok segítségével. Műszaki szemle, 48. évf, pp. 9-10.
- DATT, B.–MCVICAR, T. R.–VAN NIEL, T. G.–JUPP, D. L. B. –PEARLMAN, J. S.* (2003): Preprocessing EO-1 Hyperion hyperspectral data to support the application of agricultural indexes. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 41, pp. 1246–1259.
- HENITS L. –MUCSIL.* (2010): Városfejlődés és következményei. Szigetek a városokban? Térinformatika online http://terinformatika-online.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=469&Itemid=84
- COLANINNO, N.–ROCA, J.–PFEFFER, K.* (2011): Urban form and compactness of morphological homogeneous districts in Barcelona: towards an automatic classification of similar built-up structures in the city. "51st European Congress of the Regional Science Association International". 2011, pp. 1-20.
- KOVÁCS Z.* (2007): Néesség és településföldrajz. Egyetemi jegyzet. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 239 p.
- SMETEK, T. E. –BAUER, K. W.* (2007): Finding Hyperspectral Anomalies Using Multivariate Outlier Detection. Aerospace Conference, 2007 IEEE pp. 1-24
- FARRAND, W.H.–HARSANYI, J. C.* (1997): Use of a Modified Constrained Energy Minimization Technique to Map Ferruginous Sediments Along The Alamosa River, Colorad. Twelfth International Conference and Workshops on Applied Geologic Remote Sensing, Denver, Colorado, 17-19 November 1997, Vol.2, pp. 385-392.

Szükséges-e szabályozás a térinformatikában, s ha igen hogyan?

Dr. Detrekői Ákos

az MTA r. tagja, Prof. Emeritus, BME Fotogrammetria és térinformatika tanszék

Abstract: The topic of the paper is the regulation of the geoinformatics activity. It was given an overview about the most important data sources (Spatial Data Infrastructure, Virtual Globes, Volunteered Geographic Information). The methods of regulation were data acquisition, data management, analysis, presentation). The questions of possibilities of regulation were demonstrated by the functions of geoinformatics

Bevezetés

Jelen dolgozat címe első pillanatban meghökkentőnek tűnik. Napjainkban a szakirodalom igen bő terjedelemben foglalkozik különböző szabályozási kérdésekkel és technikákkal (a különböző szabványoktól a metaadatokig). Ugyanakkor érzékelhető az a tendencia, hogy a nagyvonalakban képviselt elvek csak áttételesen érvényesülnek a mindennapi gyakorlatban. Az előadással célom a témával összefüggő – engem is izgató – kérdések megfogalmazása, s egyes esetekben a lehetséges válaszok megadása.

A téma rendkívül kiterjedt terjedelme miatt a szabályozás kérdését a térinformációs rendszerek alapvető funkciónak megfelelően részekre bontom. Külön foglalkozom:

- az adatgyűjtés,
- az adatkezelés,
- az adatelemzés,
- a megjelenítés szabályozási kérdéseivel.

A téma részletes tárgyalás előtt röviden áttekintem rendelkezésünkre álló:

- adatok forrásait,
- a szabályozási lehetőségek módjait.

A rendelkezésre álló adatok forrásai

A térinformatikában az adatok alapvető fajtái a:

- a geometriai adatok,
- a szakadatok.

Mindkét adatfajtahoz különböző adatforrásokból juthatunk hozzá. Az adatforrások legfontosabb fajtái:

- a térbeli adatinfrastruktúrák (Spatial Data Infrastructure, SDI, lényegében a korábbi állami adatnyilvántartások jogutódjai, jellemző példájuk az INSPIRE, létrehozásukban az állami szervezetek részvétele döntő jelentőségű).
- a virtuális földgömbök (a virtuális földgömbök mind a geometriai adatokat, mind a szakadatokat az Interneten teszik hozzáférhetővé, létrehozásukban a nagy informatikai világcégeknek, például Google, Microsoft, meghatározó szerepük van),
- az önkéntesen szolgáltatott geográfiai információk (Volunteered Geographical Information, VGI, magánszemélyek vagy hálózati közösségek által létrehozott az Interneten tárolt információk).

Az egyes eljárások jelentős különbségeket mutatnak:

- a felhasználás elsődleges céljában,
- a felhasználás jellegében,
- a felhasználó személyekben,
- az előállítás költségviselőiben,
- a létrehozás időtartamában.

Vegyük sorra egyenként a felsoroltakat.

A felhasználás elsődleges célja – a geoinformációk felhasználási céljainak megfelelően – lehet a térbeli elemzés és a megjelenítés. Elterjedt vélemény, hogy összetettebb térbeli elemzésre az SDI termékek alkalmasabbak. A virtuális földgömbök elsődleges célja a megjelenítés, s a VGI felhasználásán alapuló termékek is inkább a megjelenítést szolgálják.

A felhasználás (és az előállítás) jellegében az SDI termékeket felhasználó professzionális GIS termékek jobban követik az analóg korszakban kialakult szakmai előírásokon alapuló gondolkodásmódot. A másik két termékfajta inkább a web 2.0 gondolatvilágához alkalmazkodik. A két különböző szemlélet néhány jellemzője LONGELY at al. (2011) alapján

<i>Professzionális GIS</i>	<i>Web 2.0</i>
Metaadat dokumentáció	Címkézés
Katalógus portálok	Kereső motorok,
Osztott katalógusok	Központosított kereső motorok,
Hiteles GI	Önkéntesen szolgáltatott GI
Térinformatikai szabványok	IT szabványok
Előállító központú	Felhasználó központú.

A *felhasználó személyekben* a különbség abban mutatkozik, hogy az SDI inkább a térinformatika korábban kialakult „profí” táborához kötődik, míg a másik két termék inkább az „amatőr” felhasználóihoz kapcsolódik.

Az *előállítás költségviselői* az SDI jellegű termékek esetén legtöbbször költségvetési, önkormányzati szervek. A virtuális földgömbök előállítási költségeit elsősorban globális informatikai cégek vállalják magukra. A web 2.0 jellegű termékek általában a felhasználók áldozatvállalásának köszönhetően jönnek létre.

A *létrehozás időtartama* a kontinentális és nemzeti SDI-k esetében meglehetősen hosszú (évtized nagyságrendű), az egyéb termékek folyamatosan jönnek létre és bővülnek.

A felsorolt szempontok óhatatlanul befolyásolhatják a szabályozással összefüggő elképzeléseket.

A szabályozási lehetőségek

A szabályozási lehetőségeket a különböző típusú szabványok és a szabvány jelegű szakmai előírások biztosítják. A szabványok létrehozását különböző szabványosítási szervezetek végzik. A szabványosítási szervezetek a következő csoportjai léteznek:

- nemzetközi (ISO, IEC, ITU),
- regionális (CEN, CENELEC),
- nemzeti (MSZ),
- szabvány-fejlesztő (standard-developing organisation, SDO, ipari, gazdasági területre dolgoznak ki szabványokat).

A különböző szervezetek által kidolgozott szabványok jellegük szerint három csoportba oszthatók:

- de jure szabványok, amelyeket erre létesített szervezetek elfogadtak,
- de facto szabványok, amelyeket informális megállapodások alapján, vagy domináns gyakorlat miatt követnek,
- önkéntes szabványok, amelyeket azért publikálnak, hogy az emberek azokat saját megfontolásuk alapján felhasználhassák.

A szabványosítás céljai a felsoroltak:

- a kompatibilitás (összeegyeztethetőség),

- az interoperabilitás (együtműködő-képesség),
- a biztonság,
- a megismételhetőség,
- a minőség biztosítása.

Ezek mindegyike egyenként, s együtt is komoly szerepet játszanak a térinformatikában. Ebből eredendően adódik, hogy a szabványosítás nagy jelentőséggel bír a térinformatikában is. Az általános elvek mellett a térinformatikai szabványosítás indokoltságát támasztják alá a következők:

- a térinformatika felhasználja más –erősen szabványosított – szakterületek (informatika, hírközlés) eszközeit és módszereit,
- a térinformatika adatai számos – gyakran az Interneten elérhető - forrásból származnak, ezek összeegyeztethetősége szabványok nélkül gyakorlatilag elképzelhetetlen,
- a térinformatika eredményeit más – általában szintén szabványosított – szakterületen hasznosítják, az eredmények integrálása szintén igényli a szabványokat.

A térinformatikában felhasznált szabványokat célszerű elsődleges céljuk alapján két csoportra bontani:

- Általános, elsődlegesen nem térinformatikai célra kidolgozott, de a térinformatikában felhasznált szabványok (például minőséggel foglalkozó szabványok),
- Térinformatikai célra kidolgozott szabványok.

Mindkét csoportban találhatunk de jura, de facto és önkéntes szabványokat. A de jura szabványok között nemzetközi és nemzeti szabványok egyaránt megtalálhatók.

Az általános szabványok között igen fontosak az informatikával összefüggő szabványok. Ezeket foglalja össze Tomlison (2007) most közölt következő összeállítása:

- *Web szolgáltatások:* XML, WSDL, UDDI, SOAP,
- *Hálózati protokollok:* NFS, TCP/IP, http,
- *Szoftver API:* JAVA, NET, CORBA, COM, SQL,
- *Biztonsági szabvány:* GeoXACML.

A térinformatikai célra kidolgozott szabványok a következő módon oszthatók fel:

- jelölő nyelvek (HTML, GML, KML,)
- az ISO 19100 szabványcsalád,
- az Open Geospatial Consortium (OGC) szolgáltatásai és szabványai,

- a Magyarországon alkalmazott speciális térinformatikai szabványok (például DAT).

A térinformatikai funkciókkal összefüggő szabályozási kérdések

Az adatgyűjtés szabályozása

Az adatgyűjtés szabályozásával kapcsolatos kérdések, a mit szabályozzák téma köré csoportosíthatók. A szabályozható területek lehetnek többek között:

- az adatgyűjtés módja,
- a gyűjtött adatok minősége,
- a gyűjtött adatok elérhetősége,
- az adatok tárolási modellje.

Az adatgyűjtés módjának szabályozása általában nem indokolt. Ilyen előírások legfeljebb speciális célú térinformatikai rendszerek (közművek, ingatlan nyilvántartás) esetén képzelhető el. Az adatgyűjtés módjának szabályozása a korábban felsorolt három adatforrás típus közül a térbeli adatinfrastruktúrák esetén fordulhat elő. A virtuális földgömböket létrehozó nagy inforimatikai cégek feltehetően belső eljárásban szabályozzák az adatgyűjtés módját, azonban a felhasználók számára ez a szabályozás nem nyilvános. Az önkéntesen előállított adatok esetén a szabályozás nem valószínű.

Az adatok minőségének szabályozása elvileg elképzelhető, azonban előírászerűen csak a térbeli infrastruktúrák esetén valósulhat meg. A virtuális földgömbök esetén a minőségi előírás a létrehozó belső ügye, bár bizonyos minőségi elemekre (például aktualitás) a felhasználók is következtethetnek. Az önkéntesen előállított adatok esetén a minőség értelemszerűen nem szabályozott.

A gyűjtött adatok elérhetősége a 2. pontban leírtaknak megfelelően metaadatok, illetve címkézés segítségével lehetséges. A metaadatok előállítása a térbeli adat infrastruktúrák esetén szabályozás jelleggel előírt. A web 2.0 jellegű termékek esetén az eljárás jellegéből következik.

Az adatok tárolási modellje az interoperabilitás szempontjából kívánatos lenne. Pozitív tendencia, hogy a térbeli adat infrastruktúrák szabályozására szolgáló ISO szabványok, s a web 2.0 tevékenységgel összefüggő OGC előírások közelednek egymáshoz. Mindkét rendszer elfogadja a GML leíró nyelvet.

Az adattárolás szabályozása

Az adattárolás szabályozása a három különböző típusú adatforrás esetén különböző módon valósulhat meg. A geometriai adatok szabályozásában a szabályozási módok közelítését jelenti egyrészt ugyanazon leíró nyelvek alkalmazása (a már említett GML mellett a KML), másrészt a térbeli adat infrastruktúrák megnyitása az önkéntesen előállított geográfiai adatok szolgáltatói felé. Erre szolgál például az Ordnance Survey, amely kialakított egy olyan csatlakozási felületet (Application Programming Interface, API) amelyen a szabad adat előállítók (például az OpenStreetMap) kapcsolódhatnak rendszeréhez, s nem üzleti célú felhasználáshoz adatokhoz is juthatnak (CARTWRIGHT, W. 2011).

Az elemzés és a megjelenítés szabályozása

A térinformatikai tevékenység két alapvető céljának általános érvényű szabályozása számomra nehezen képzelhető el. Ennek oka a megoldandó feladatok sokszínűsége. Érzékelhető az a törekvés, hogy bizonyos konkrét nyilvántartási célokat szolgáló térinformatikai rendszerek – általában egyszerűbb – elemzési feladatainak megoldási módját szabályozzák. Ugyancsak találkozhatunk a megjelenítés módjának szabályozására irányuló törekvésekkel is. Ezek a törekvések több esetben az analóg kor térképi ábrázolásának szellemét kívánják átültetni a digitális korba.

Összefoglalás

A dolgozat bevezetésében jeleztem, hogy a címben leírt témával kapcsolatban csupán kérdések feltevésére vállalkozom. A dolgozat írása kapcsán nem is tellett több tőlem. A téma teljes alaposággal történő kifejtésének (ha egyáltalán lehetséges) korlátot szabnak a következők:

- a térinformatika segítségével megoldandó (vagy segítettő) feladatok nagyon sokrétűek,
- a rendelkezésre álló adatok eredete többféle, egyrészt a hagyományos állami nyilvántartások útját követik, másrészt a web 2.0 tevékenységhez kapcsolódnak,
- az adatok többféleségének megfelelően a szabályozás is többféle szemléletmódon alapulhat.

A téma vizsgálatát mégsem érzem haszontalannak, mivel érzékelhetőek olyan konvergencia tendenciák, amelyek a különböző szemléletmódok kölcsönös megértését szolgálják.

Irodalom

- CARTWRIGHT, W.* (2011): Possibilities and Issues in contemporary mapping, Geospatial World, Vol. 01. Issue 06. pp. 44-48.
- CLARKE, K. C.*(2010): Getting Started with Geographic Information Systems, Prentice Hall, Boston, Columbus etc. pp. 1-369., 2010.
- DANGERMOND, J.* (2009): GIS, Design and Evolving Technology, ArcNews, Fall 2009, pp. 14-19.
- DETREKŐI Á.* (2010): Virtuális földgömbök – 3D városmodellek, Geodézia és Kartográfia, LXII.. Évf./1. pp. 6-9.
- DETREKŐI, Á.–SZABÓ, GY.* (2008): Helymeghatározási technológiák, In: Égen-Földön Informatika, szerk.: Dömölki, B. Typotex, Budapest, pp. 614-630.
- DETREKŐI, Á.–SZABÓ, GY.* (2010): A helyhez kapcsolódó információk jelentősége, Magyar Tudomány, 171. évf. 201/9 szám, pp.1060-1067.
- KRAAK, M-J.–ORMELING, F.* (2010): Cartography, Visualization of Spatial Data, Pearson Education, Harlow, pp.1-198.
- KRESSE, W.–FADAIE, K.* (2004): ISO Standards for Geographic Information, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, pp. 1-322.
- TOMLISON, R.* (2007): Thinking about GIS, ESRI Press, Redlands, California, pp. 1-238.

Egy digitális talajtérképezési módszertan bemutatása meglévő adatbázisok felhasználásával egy választott mintaterületen

Dobai András¹–Holndonner Péter²–Dobos Endre³

¹hallgató, Miskolci Egyetem, andras.dobay@gmail.com

²tanszéki mérnök, Miskolci Egyetem ecohp@uni-miskolc.hu

³egyetemi docens, tanszékvezető, Miskolci Egyetem ecodobos@uni-miskolc.hu

Abstract: This study presents a new way of representing a character of a soil, with the help of the available modern methods. The results of the new maps can be compared with the older maps, what produced by the previous methods. The original soil maps were made by the methodology of basic genetic. The procedures of mapping were “Kriging and “Co-Kriging”, principal component analysis and supervised classification methods. With the “Kriging and “Co-Kriging” method created maps showed the same picture but the similarity came from the same failure. During the procedures each physical diversity (as known “textures”) are shown similar with the values of the original database, but with another procedure these values are fully disappeared, or give a different final result. The optimal solution, and the most acceptable result, was a supervised classification of a Landsat satellite image, and their further transformation. With this kind of classification, against “Kriging and “Co-Kriging” can be displayed a map easier. The image, which is reclassified with the elevation model, and slope, reveals to us a more realistic picture of the area’s textures. That’s why I find this method the most successful.

Bevezetés

Az elmúlt száz évben számos módszertan alapján végeztek talajtani térképezéseket. Kialakításukkor aktuális vagy korábbi talajtani felmérések adatait és térképanyagait használták fel, ám gyakori probléma, hogy ezek eltérő képet mutattak, ezzel nehezítve a talajtérképezési munkát. Célom e tanulmányban, hogy egy választott mintaterület példáján keresztül bemutassam a korábbi módszertanokat valamint azok térképeit és összevegyem a modern térképezési eljárásokkal készített térképekkel, ezzel segítve a már meglévő információs rendszerek munkáját. A választott mintaterület Borsod-Abaúj Zemplén megye déli részén, Ároktő község környékén található.

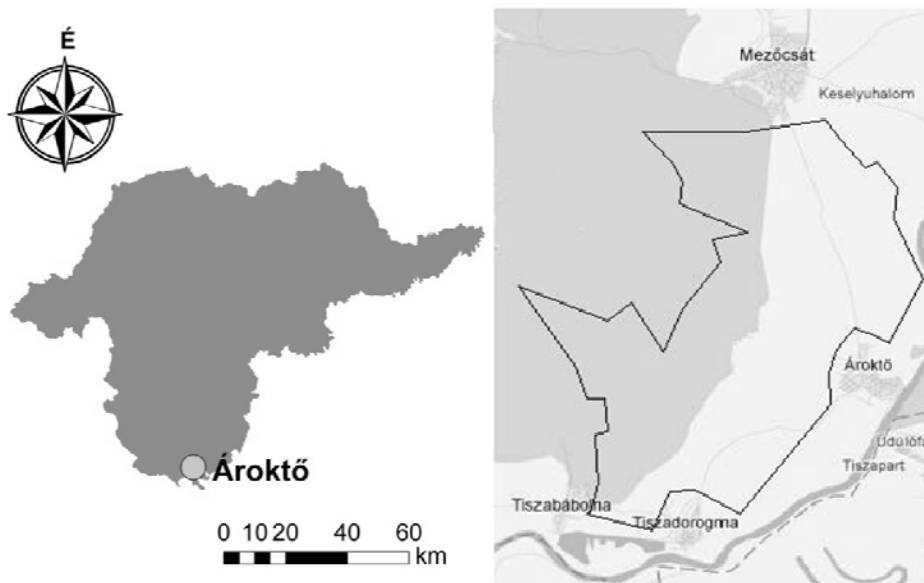
Anyag és módszer

A felhasznált térkép és adatbázis a Szabolcs-féle üzemi szintű genetikai módszertan szerint készült. Munkám során a talajviszonyokat leíró úgynevezett genetikai talajtérképet, illetve szöveges magyarázatot dolgoztam fel. A talajtérkép tartalmazza a vizsgált terület talajtípusait, altípusait és változatait, emellett mechanikai összetételét és a talajképző kőzetet. A jegyzőkönyv tartalmazza a mintavételi pontok genetikai szintjeinek mélységét, kémhatását (vizes oldatú pH), hidroliticitását, kalcium-karbonát, szódá- és sótartalmát, Arany-féle kötöttségét, kapilláris vízemelését és humusz tartalmát. El-

sőként a térkép talajfoltjait, és a mintavételi pontokat, valamint az ahhoz tartozó adatokat vektorizáltam. A 1:10000-es méretarányú topográfiai térkép segítségével digitális domborzat modellt készítettem, amelyből a domborzati tulajdonságokat leíró állományokat hoztam létre és hozzájuk kapcsoltam a mintavételi pontok Arany-féle kötöttségi szám adatait, majd az Arc Map 9.3 Geostatistical Analysis Kriging és CoKriging eszköztárai valamint egy Landsat 7 műholdfelvétel osztályozásának segítségével vektoros és raszteres állományokat hoztam létre. Végül összehasonlítottam a korábbi és a digitális módszertan szerint készített térképeket.

A mintaterület bemutatása

A mintaterület a korábban Délborsod Mezőgazdasági Termelő Szövetkezet ároktői és tiszadorogmai kerületeit foglalja magában (1. ábra).

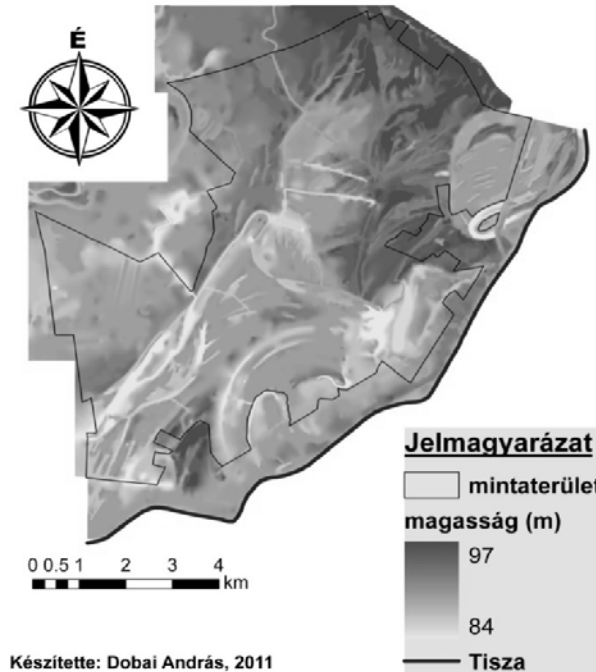


1. ábra A mintaterület földrajzi elhelyezkedése (forrás: Google Map)

A terület tökéletes síkság, kis átlagos relatív reliefű egyhangú felszín, amelynek formálásában legnagyobb szerepet a holocénben megjelenő Tisza játssza. Változatosságot csak a futóhomokformák valamint a Tisza korábbi futásirányát jelző morotvák adnak. Legmagasabb pontja 97,3 m, legalacsonyabb 84,4 m, északról dél felé csökken a felszín magassága a Tisza ártere felé (2. ábra). A felszín anyagát túlnyomó részt óholocén folyóvízi üledékek: agyag, homok és kavics alkotják (MAROSI S.–SOMOGYI S. 1990).

A mintaterületet és tágabb környezete két egységre osztható. Egy időszakosan vízjárta területre, ahol a tavak, morotvák, illetve a korábbi morot-

vákból és újonnan épített csatornák találhatóak és egy szigetszerűen kiemelkedő, hullámos felszínű, magasabb és tartósan száraz (az árvizek által nem érintett) területre. A felszín anyagát alapvetően homok alkotja, e sziget keleti irányban meredekebb, nyugati irányban fokozatosan, egyre lankásabban éri el ismét az időszakosan vízjárta területeket.



2. ábra A mintaterület domborzatmodellje

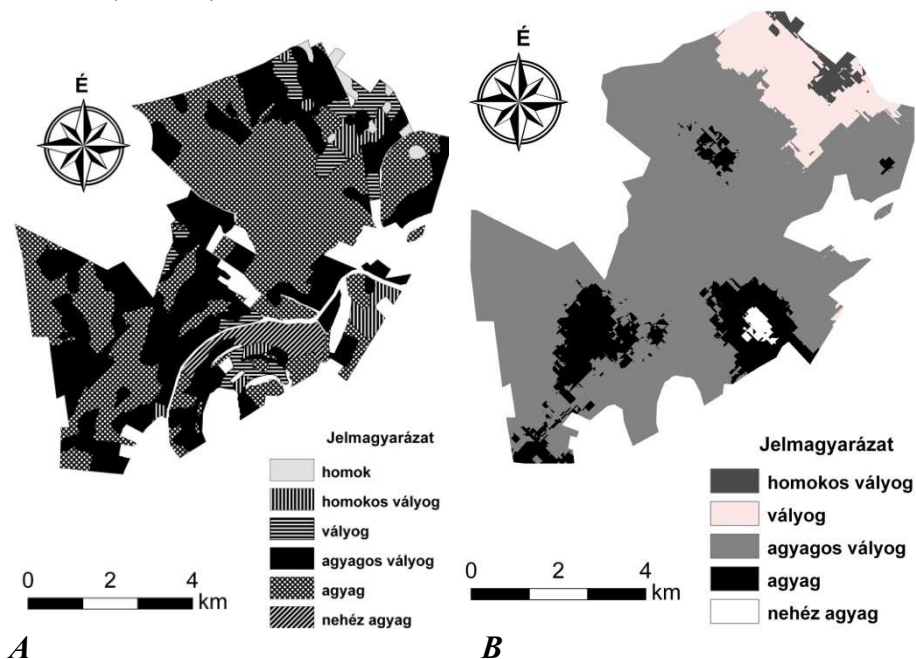
Eredmények

A mintaterületen a homok, homokos vályog, vályog, agyagos vályog, agyag, valamint nehéz agyag fizikai féleségeket találunk (SZARKA L. 1979) az alábbi földrajzi eloszlás szerint.

Homok a terület északi és keleti határán, illetve a homokdombok tetején, valamint a szél pusztító erejének jobban kitett helyeken találunk. A homokos vályogok, vályogok a homokbuckák szélvédett mélyedéseiben, agyag és agyagos vályogok, nehéz agyagok az ártéren jellemzők.

Az első térképet CoKrigeléssel hoztam létre, amely egy olyan interpolációs eljárás, ami a korreláló diszkrét pont adatbázist (emlélt mintapontok) és egy vagy több (grid) állományt kezel együtt. Ahol az interpoláláshoz szükséges információ hiányzik, keresztkorrelációs számítás alapján a második adatsor segítségével pontosítható a keresett paraméter becslése (STEINER F.

1990). Több származtatott állomány együttes alkalmazása esetén az Universal CoKriging módszer lehetőséget nyújt arra, hogy beállítsunk egy másodfokú polinomot, a mintavételi pontok térbelisége függvényében (HOLNDONNER P. 2009). Az első térkép előállításához a magasság modell és a relief, valamint a mintavételi pontok Arany-féle kötöttségi számát használtam fel (3. ábra).

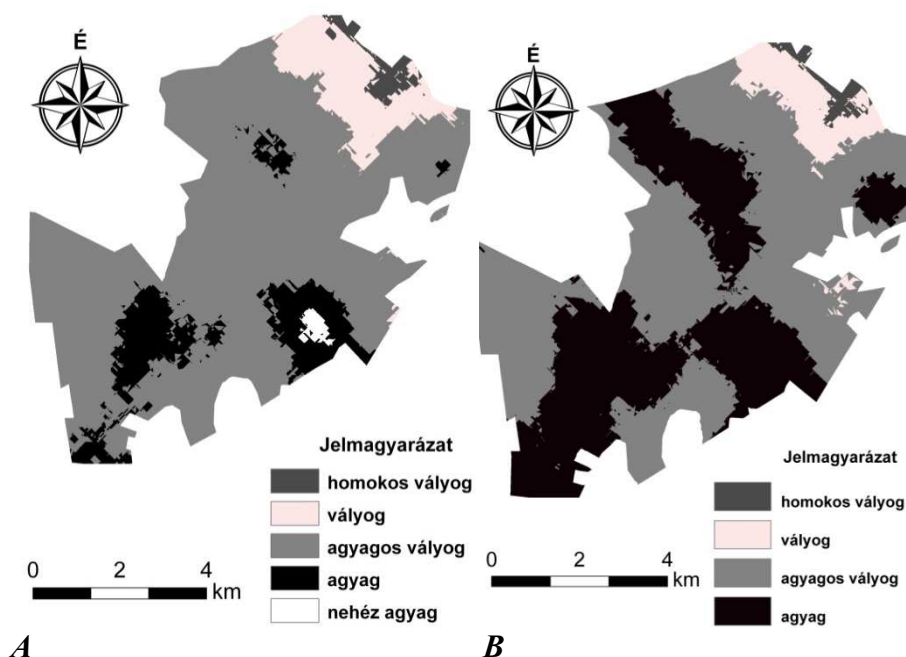


3. ábra A mintaterület mechanikai összetételét bemutató térkép az „A” jelzésűt készítette: BELLÁK J. 1979., vektorosan feldolgozta: DOBAI A. 2011., a „B” jelzésűt készítette DOBAI A. 2011.

Az „A” jelzésű, vektoros állományú térképet a genetikus talajtérkép-ből származtattam. A térkép szerint a terület nagy része agyagos vályog (fekete). Északi, északkeleti és keleti határánál homok (világosszürke), a középső részén homokos vályog (függőleges csíkozat) és vályog (harántcsíkolat), főként délen pedig agyag (kockás mintázat) és nehéz agyag (keresztcsíkozás) található.

A „B” jelű, CoKrigeléssel létrehozott 5 méteres felbontású, raszteres állományú térkép szerint, a mintaterület nagy részét agyagos vályog alkotja, homokos vályog és vályog a magasabb, agyag és nehéz agyag az ártéri területeken fordul elő. Az eljárás a domborzat modellt és az abból származtatott lejtőmeredekség állomány figyelembevételével készíti el a térképet, s mivel a terület sík, kis átlagos relieffel jellemezhető, így elképzelhető, hogy a domborzat modell torzítja az eredményt. Mivel ez a kartogram nem tükrözi hűen a várt mechanikai összetétel képet, így egyszerű Krigeléssel is létrehoz-

tam egy térképet, bízva abban, hogy a hagyományos térképezési eljárással jobban értelmezhető eredményt kapok (4. ábra „B” térkép).

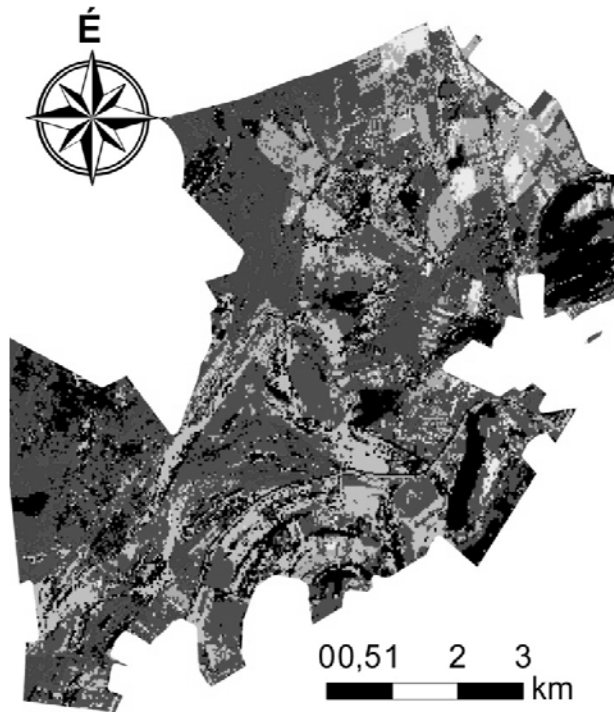


4. ábra A mintaterület mechanikai összetételét bemutató térkép (DOBAI A. 2012)

A Krigeléssel készült „B” jelzésű térképen láthatjuk, hogy az eljárás során, északon a homokos vályog területek nagysága közel megegyező, de az agyagos vályog területeit kiterjeszti a vályog területek egy részére is, valamint az agyag megjelenését nagyobb területekre bővíti, ám a nehéz agyag terület eltűnik. A két térkép 5 méteres felbontású raszteres állomány.

Mivel a Krigeléssel és CoKrigeléssel készített térkép sem mutatja azt a sokszínűséget, amelyet elvárnánk, így úgy döntöttem, hogy a meglévő pont adatsor (508db fúráspon) Arany-féle kötöttségi szám adatainak tulajdonságát, az Erdas Imagine 9.1, Region grow módszer segítségével kiterjesztem, majd irányított osztályozást hajtok végre egy megfelelő Landsat műhold állományon (Seres A. 2010).

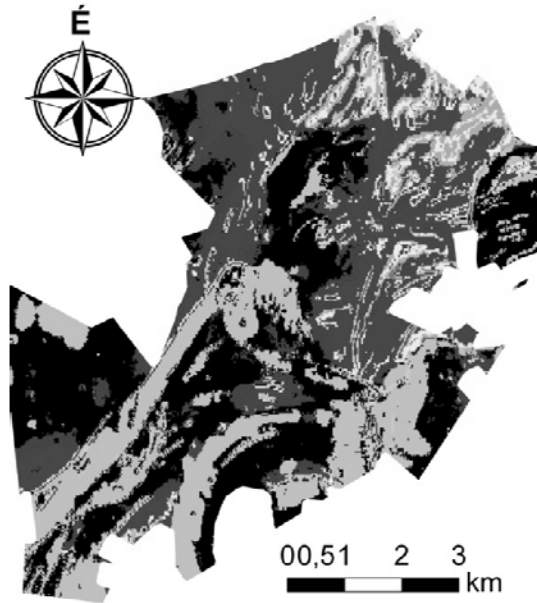
Az így létrehozott állományt az 5. ábra mutatja. Az osztályozott műholdkép szerint a mintaterület nagy részét, homok, illetve homokos vályog alkotja. Az északi és észak keleti szélről védett mélyebb területeken vályog, agyagos vályog, az ártéren pedig agyag található. A mintaterületről készített térképeken nincs jelölve, de az osztályozás során tréning területként a nehéz agyag területek is osztályozásra kerültek és a vizsgált területen is megjelentek.



5. ábra A mintaterület és környékének fizikai féleségét bemutató térkép
(DOBAI A. 2012)

Mivel az osztályozott műholdkép sok olyan csatornát tartalmaz, amely befolyásolhatja az eredményt (pl. a mechanikai összetétel kiterjedésének alakját), így ezeket a csatornákat le kell választani az eredeti képről. A megmaradt csatornákon főkomponens analízist kell végrehajtani, hogy jobban elkülöníthetőek és értelmezhetőek legyenek a megmaradt csatornák által tartalmazott információk. E mellett a csatornákhöz hozzá kell kapcsolni a megfelelő felbontású domborzat térképet és az ebből származtatott lejtő meredekség állományt, hogy a megismételt osztályozás földrajzi, térbeli elemek figyelembevételével történjen.

A második osztályozással (6. ábra) egy plasztikusabb, térben jobban értelmezhetőbb állományt kapunk. A magasabb területeken homok és homokos vályogot a csatornák, morotvák területein, illetve az árterületeken agyag és nehéz agyag, a középső területeken pedig vályog és agyagos vályog fizikai féleséget találhatunk.



6. ábra A mintaterület és környékének fizikai féleségét bemutató térkép
(DOBAI A. 2012)

Következtetések

A CoKrigelés a domborzat modellt és az abból származtatott lejtőmeredekség állomány figyelembevétele mellett készíti el a térképet, vagyis ezek befolyásolják az eredményt a legjobban. Mivel a mintaterületen belül alig 11m a legnagyobb szintkülönbség és a legmagasabb lejtésű dombok 7 fokosak, így elképzelhető, hogy nem ez a legjobb térképezési eljárás, ilyen sík területre. Habár a krigeléssel szemben a nehéz agyag fizikai féleséget sikerült megjelenítenie, viszont az egyes mechanikai összetételű területek kissé elnagyoltak, és nehezen értelmezhetőek. Az említett két módszerrel szemben, a műholdkép osztályozása után kapott térkép könnyebben értelmezhető, és a domborzat modellel és lejtőmeredekség segítségével újraosztályozott és javított kép, sokkal valószínűbb képet tár elénk a terület mechanikai összetételét illetően. Így ezt a módszert találok a legsikeresebbnek.

Összefoglalás

E tanulmány egy lehetséges módszertant mutat be arról, hogy a rendelkezésre álló modern módszerek segítségével hogyan lehet egy talajjellemzőt megjeleníteni, végül az eredményül kapott térképeket összevetni a korábbi módszertannal készült térképekkel. Az eredeti térképek az üzemi genetikus módszertan szerint készültek. A felhasznált térképezési eljárások a krigelés és

CoKrigelés valamint a főkomponens analízis és irányított osztályozás módszerei voltak. A Krigelés és Cokrigeléssel készült térképek azonos képet mutatnak ám a hasonlóság azonos hibából ered. Az eljárások során egyes fizikai féleségek az adatbázis értékeinek megfelelően jelentek meg, másik eljárás során azok eltűntek, vagyis eltérő végeredményt adnak. Megoldást és egyben a legelfogadhatóbb eredményt egy Landsat műhold irányított osztályozása és további átalakítások adják.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni a szervezőknek a lehetőséget, hogy a III. Térinformatikai Konferencia keretein belül megjelenhet eme cikkem, valamint konzulenseimnek, hogy segítségükkel, szakmai tanácsaikkal láttak el és türelemmel álltak munkámhoz.

Irodalom

- HOLNDONNER P.* (2009): A Mádi-patak vízgyűjtőjének talajtani térképezése digitális talajtérképezési módszerekkel. Szakdolgozat, Szent István Egyetem, Gödöllő, pp. 24-29.
- MAROSI S. – SOMOGYI S. [szerk.]* (1990): Magyarország kistájainak katasztere. Magyar Tudományos Akadémia Földrajztudományi Kutató Intézete, Budapest.
- SERES A.* (2010): 1:1 million scale SOTER geometric databases of the terrain units for the windows in Europe, Morocco and SChina, 87p.,
- STEINER F* (1990): A geostatisztika alapjai. Tankönyvkiadó Budapest. pp. 277-299.
- SZABOLCS I.* (1966): A genetikai üzemi talajtérképezés módszerkönyve. Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet, Budapest, 335p.
- SZARKA L. [szerk.]* (1979): Ároktő „Délborsodi” Mg. Tsz. genetikai talajtérképének szöveges magyarázója 50p.

A hazai nagyvárosok beépített területének lakossági igények alapján való minősítése és annak problémái

Gyenzse Péter¹–Elekes Tibor²–Nagyvárad László³

¹ egyetemi docens, Pécsi Tudományegyetem TTK Földrajzi Intézet, gyenzse@gamma.ttk.pte.hu;

² egyetemi docens, Miskolci Egyetem MFK Földrajzi Intézet, ecoeti@uni-miskolc.hu

³ egyetemi docens, Pécsi Tudományegyetem TTK Földrajzi Intézet, nagyvarl@gamma.ttk.pte.hu;

Abstract: The study applies GIS methodology to explore the major social potentials and their influence on the urban environment. For the rating of urban districts by social judgement a questionnaire survey was employed. Respondents partly assessed the particular residential districts and partly considered distances in a weighted scoring system. In this article we deal with the problems of method too.

Bevezetés, célkitűzés

Az emberiség egyik legbonyolultabb alkotásai a települések, ahol a természeti környezetre épülve műszaki létesítmények sokasága található, amelyekben társadalmi-gazdasági folyamatok zajlanak (TÓTH J. 1981). A nagyvárosok összetettségük folytán számos lehetőséget nyújtanak a térinformatika alkalmazására a nyilvántartásban, a tervezésben, a döntéselőkészítésben és még számos egyéb területen (TÓZSA I. 2001). A települések tehát számos mérhető és könnyen számszerűsíthető térbeli tulajdonsággal rendelkeznek (pl. domborzat, infrastrukturális hálózatok, épületek), de kapcsolhatók hozzájuk nehezen megfogható, esetleg gyorsan változó térbeli adatok is, mint például a lég- és zajszennyezés, vagy számos társadalmi jelenség.

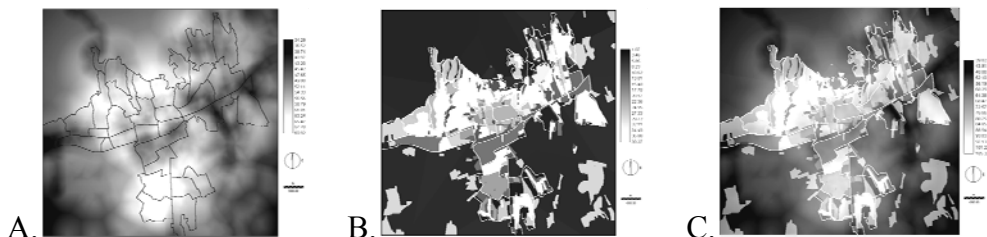
Jelen esetben egy olyan geoinformatikai minősítő módszert mutatunk be, amely a települések lakott területét minősíti az ott élő lakosság véleménye alapján. A módszert már alkalmaztuk Pécs területén (GYENIZSE P. 2009, GYENIZSE P. et al. 2008, RONCZYK, L.–TRÓCSÁNYI, A. 2006), a jövőben pedig más hazai nagyvárosok minősítését is szeretnénk elvégezni ennek segítségével. Ezért a cikkben tág teret szentelünk a módszer problémáinak, peremfeltételeinek és korlátainak is.

A minősítő módszer általános bemutatása

A 2006 óta zajló kutatás első céltelepülése Pécs volt, de hasonló módszerrel tervezzük felmérni és minősíteni a többi százezer fő fölötti lakosságú hazai nagyvárost is. Ezen települések egyes részeinek társadalmi megítélés alapján való minősítéséhez többféle adat megszerzésére, azok társadalmi igények szempontjából történő pontozására van szükség. Ahhoz, hogy geoinformatikai programmal végezhető vizsgálatokat tudjunk végrehajtani a témában, szükség van számos térben megfogható objektumra, jellemzőre.

Mivel a vizsgálat célja nem csak ezen objektumok térbeli ábrázolása, hanem a lakosságra gyakorolt hatásának felmérése, ezért megfelelő pontrendszer kellett kialakítani minden egyes objektumtípushoz. Az objektív pontrendszer alapját egy kérdőíves felméréssel teremtettük meg. A feltett kérdés a következő volt: „Milyen mértékben befolyásolná az Ön választását az alábbi tényezők, amennyiben jelenlegi lakhelyéről el kívánna költözni? Kérem, pontozza az alábbi tényezőket.” A meghatározott tulajdonságú objektumok megítélése részben azok helyben való megléte, részben az azoktól való távolság alapján zajlott. A kérdőívek kiértékelése után, mínusz 10 és plusz 10 közötti lehetséges maximummal rendelkező súlypontot kaptunk minden objektumtípus esetében.

A következő lépésben felmértük a ponttal, vonallal és felülettel jelölhető objektumokat, amiket külön-külön rétegekre digitalizáltunk, majd ellátuk a kapott pontszámokkal. Az adatgyűjtő, adatfeldolgozó és térinformatikai előfeldolgozó, valamint elemző munka során 28 raszteres részeredmény réteget hoztunk létre, melyet végül két részletben összegeztünk. A kapott eredmény-rétegek egy része a helyzeti energiákhoz hasonlóan, valamitől való távolság alapján minősítette Pécs területét (1.A. ábra). Másik része pedig konkrétan lehatárolt területeknek adott alacsonyabb, vagy magasabb pontszámot (1.B. ábra). Ezek összegzéséből kaptuk a végső minősítő felületet (1.C. ábra).



1. ábra Különböző típusú településminősítő rétegek - Pécs példáján
(Magyarázatot ld. a szövegben.) (forrás: GYENIZSE P. 2009)

A módszer korlátai és az ezzel kapcsolatos átgondolandó problémák

A minősítő módszer alkalmazása során több olyan korlát és probléma is felmerült, amivel a jövőben foglalkozni kell. Ezek egy része a térbeli elemzésekre vonatkozik, de akadnak meggondolandó problémák az attribútum adatokkal kapcsolatban is.

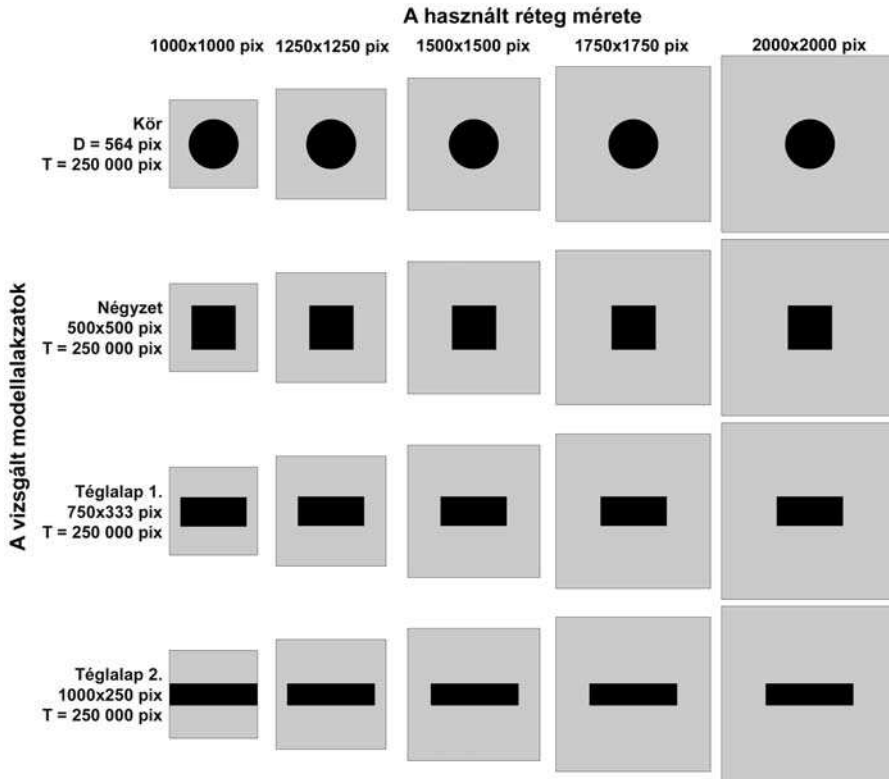
Az első probléma annak kapcsán merült fel, hogy bizonyos tényezők hatósugara túlnyúlik az adott település lakott részén, sőt esetenként más településekre is vonzó, vagy taszító hatást fejt ki. Felmerül a kérdés, hogy ebben az esetben hol legyen a vizsgált terület határa? Mennyire befolyásolja a modellt, ha a települések körül szűkebb, vagy tágabb „kifutási zónát” használ-

lunk? Ennek az eldöntésére egy modellkísérletet végeztünk. A települést azonos területű, de különböző formájú (kör, négyzet, téglalap) alakzatokkal helyettesítettük. Ezeket az alakzatokat egyre növekvő méretű geoinformatikai rétegek közepére helyeztük el (2. ábra). A rétegek közepén felvettünk egy képzeletbeli pont objektumot (értéke itt = 1), amelynek hatása egyenletesen (lineárisan) csökkent a réteg széléig (értéke itt = 0). Minden esetben kiolvastuk a települést helyettesítő alakzat alól a távolsággal csökkenő értékű pixelek összértékét, amiből a 3. ábrát kaptuk. Az eredményekből levonható az a következtetés, hogy minden esetben nő a települést helyettesítő alakzat alól kiolvasott érték, ha nő a vizsgált réteg mérete. Az is látható, hogy a nagyobb rétegek alkalmazása csökkenti a modell-alakzatok értéke közötti különbséget. Levonhatjuk tehát a következtetést, hogy ha megtartjuk a réteghatárig tartó hatótényezőket, akkor – ebből a szemszögből nézve a dolgot – arra kell törekednünk a vizsgálat során, hogy a település lakott területe körül minél nagyobb „kifutási zónát” hagyjunk. Ennek mértékét azonban korlátozza a számítási kapacitás.

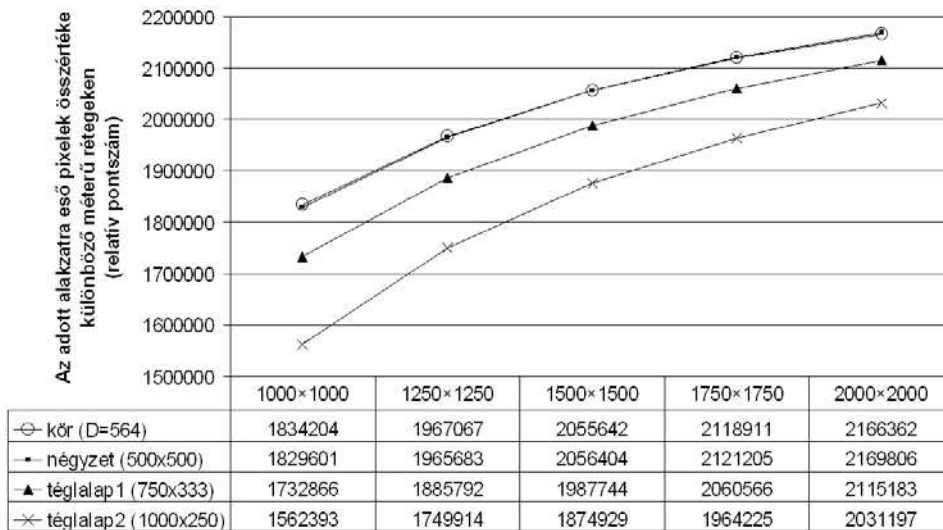
Az előző bekezdésben szó volt arról, hogy a vizsgált objektumok hatását a modellben a távolsággal egyenes arányban, azaz lineárisan csökkentettük. Ez valószínűleg nem rossz megoldás, de egyáltalán nem biztos, hogy tökéletes. A társadalomföldrajzban számos olyan, elsősorban szállításhoz, népmozgáshoz köthető társadalmi-gazdasági jelenség van, aminek hatása négyzetesen, vagy logaritmikusan csökken a távolság növekedésével (HAGETT, P. 2006). Elvégeztünk egy olyan modellezést is, ahol az objektum vonzó hatása nem egyenletes ütemben csökken. Az egyik esetben először gyorsabban, később pedig lassulva csökken a hatása (négyzetesen), a másik esetben először lassabban, távolodva pedig felgyorsulva (arccos függvénnyel modellezve – 4. ábra).

A korábbiakban olyan objektumokról volt szó, amelyek hatása túlnyúlik a település lakott területén (pl. iskolák, kórházak). Vannak azonban olyan objektumok is, amelyek hatása csak a szűk környezetükre vonatkozik (pl. buszmegállók). Felmerül a kérdés, hogy hogyan tudjuk meghatározni, milyen távolsághatárig vonzzák az embereket a helyi járatos buszmegállók? Természetesen erre a kérdésre nincs tökéletes válasz. Azonban a helyi lakosokat kérdezgetve nagyjából kialakítható egy elfogadható átlagérték. A modell szempontjából a lehető leghelyesebb értéket kell kiválasztani minden ilyen objektumnál, mert a település, vagy egy városrész pontértékét jelentősen megváltoztathatja ezek kialakítása.

Az előző két észrevételt figyelembe véve, különböző lefutású felületekkel modell számítást is végeztünk egy 1000 pixel élhosszúságú rétegen, amin a települést 564 pixel átmérőjű kör jelképezte. Felvettünk öt darab, azonos értékű objektumot, amelyek hatósugarát 100-500 pixel között változtattuk. Kiolvastuk a kör alakú „település” alá eső pontszámokat (5. ábra).

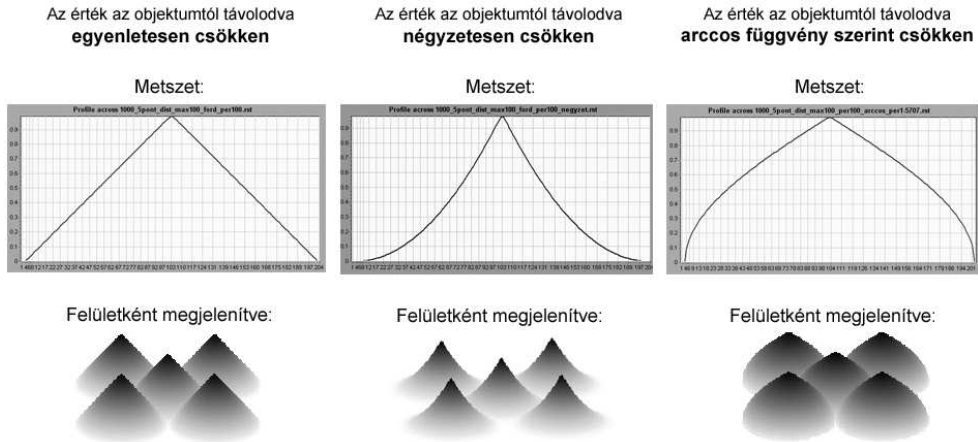


2. ábra Különböző formájú, de azonos területű modell-alakzatok (fekete) különböző méretű térinformatikai rétegeken (szürke) (szerk.: GYENIZSE P.)



A vizsgált terület kiterjedése (réteg éle pixelben megadva)

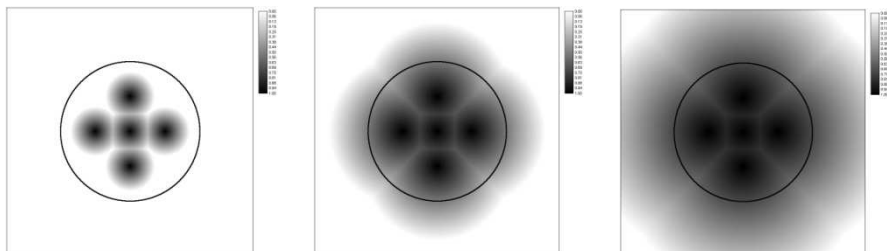
3. ábra A 2. ábrán látható alakzatok alól kiolvasott relatív pontszámok (szerk.: GYENIZSE P.)



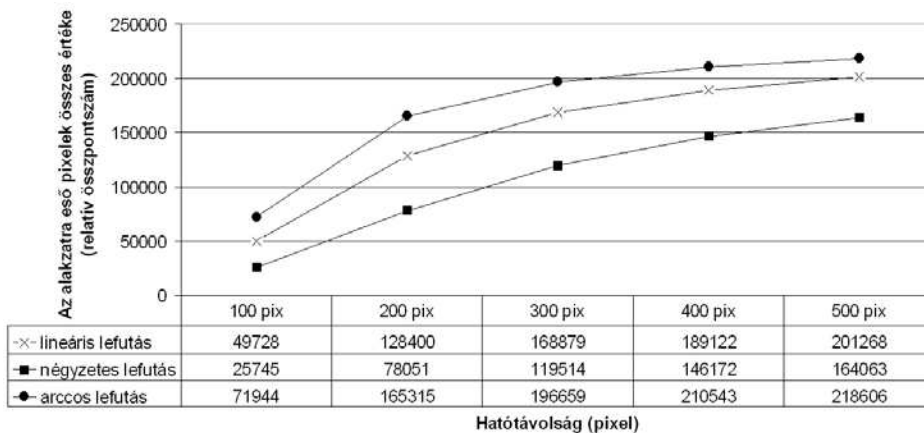
4. ábra Különböző lefutású érték-felületek (szerk: GYENIZSE P.)

Az öt modell-objektumtól kiinduló felületet lineárisan, négyzetesen és arccos függvény szerint csökkenő formában is kiszámoltattuk az Idrisi programmal. Az 5. ábrán látható kör (modell-település) alól kiolvastuk a pixelek összértékét. A kapott összpontszám-értékek a 6. ábrán láthatók. A diagramról leolvasható, hogy ebben az idealizált esetben mindig az arccos függvénnyel számított felület adja a legmagasabb, és a négyzetesen csökkenő felület a legalacsonyabb pontszámokat, míg a lineáris felület a köztes értéket adja. Az egy felülettípuson belüli változás nem lineáris, a nagyobb távolság-határok felé haladva lassul a növekedés üteme.

Az előzőekben bemutatott hatások befolyásolhatják a modellünk működését és a kapott végeredmény felhasználhatóságát. Ezért a vizsgálatunk jövőbeni szakaszában kérdőívezéssel vagy interjúkkal fényt kell deríteni a lakosság ezirányú szokásaira, véleményére. Ezek alapján kell meghatározni egy elfogadható távolság-határértéket minden vizsgált tényezőre, illetve ezek alapján ki kell alakítani a megfelelő távolságfüggő felületeket.

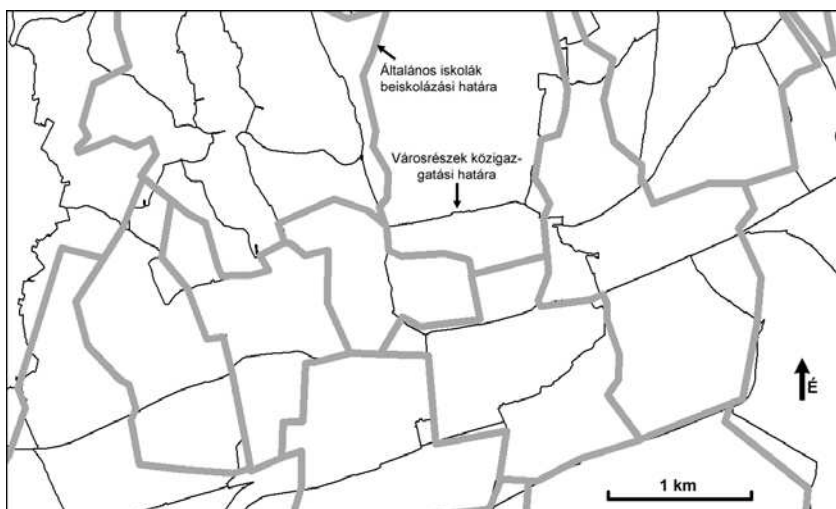


5. ábra A körrel modellezett településrészben felvett öt objektumhoz különböző távolságig terjedő vonzó hatást rendeltünk (szerk.: GYENIZSE P.)



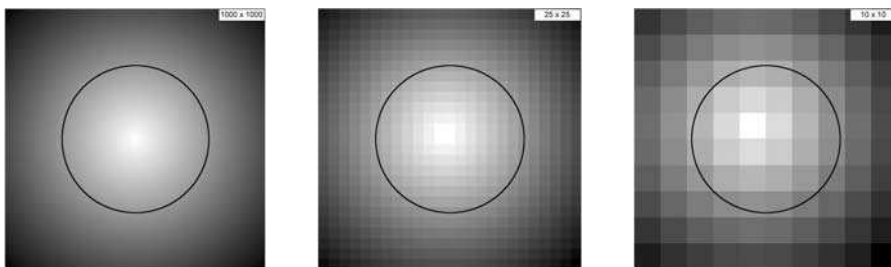
6. ábra Az 5. ábrán látható modell település összpontszámának változása, a változó hatótávolságú objektumok és a különböző távolság-felületek függvényében (szerk: GYENIZSE P.)

A modellünk kialakításánál meg kell próbálni kideríteni, hogy vannak-e egyes tényezők térbeli hatásmechanizmusában olyan esetleges gátak, amelyek azok hatását bizonyos határon túl gyengítik, vagy hirtelen megszüntetik. Ezen hatások ugyanis befolyásolhatják az adott objektumhoz tartozó távolság-felület lefutását, ezáltal egyes városrészek összértékét. Ehhez kapcsolódó befolyásoló tényező lehet még az is, amikor pl. az általános iskolák beiskolázási határai és a városrészek közigazgatási határai nem esnek egybe (7. ábra). A vizsgálat során fel kell mérni, hogy léteznek-e az adott településen ilyen, az eredményeket markánsan befolyásoló határok.

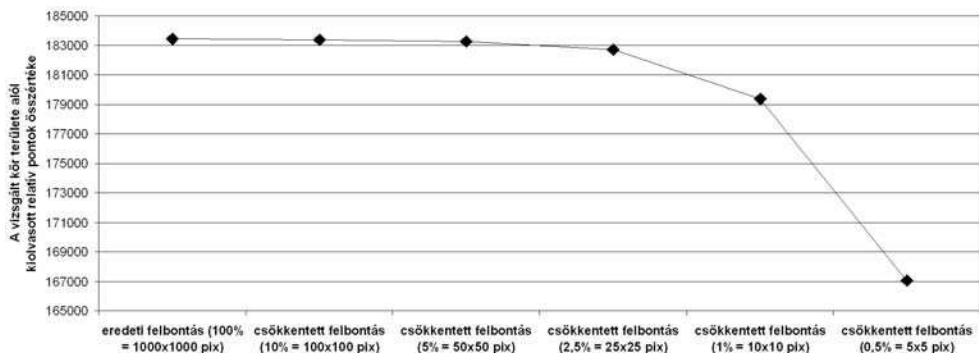


7. ábra Az általános iskolák beiskolázási határai és a városrészek közigazgatási határai Pécs belvárosában és környékén (szerk.: RONCZYK L.)

A vizsgálatunk eredményét jelentősen befolyásolhatja a modell térbeli felbontása is (8. ábra). Az eddigi tapasztalatok szerint az objektumok helyének digitalizálásához részletes térképre vagy légifelvételre van szükség, azonban ott is figyelni kell arra, hogy a térkép mennyire generalizált, mennyire mutatja pontosan az objektumok helyét és alakját. A lakosság véleményét mutató rétegek felbontása már rosszabb is lehet, ami megkönnyíti a számításokat. Sőt a túl jó felbontás akár megtévesztő is lehet. A teljes modell felbontásának a legrosszabb felbontású réteghez kell igazodni. Arra azonban vigyázni kell, hogy a rétegek felvételezési pontossága, illetve a felbontása ne csökkenjen bizonyos szint alá. A 9. ábrán látható, hogy az „eredetinek” tekinthető (100%) felbontású réteghez képest egyre gyorsul a modelltelepülésünk összértékének csökkenése, amint a felbontást negyedére csökkentjük.



8. ábra A vizsgált terület közepén felvett objektumtól lineárisan csökkenő távolságfelület, különböző felbontásban (szerk.: GYENIZSE P.)



9. ábra A 8. ábrán látható modell település összpontszámának változása, a változó felbontás függvényében (szerk.: GYENIZSE P.)

A modellkészítés másik sarkalatos problémája a térbeli objektumokhoz köthető adatok, azaz az attribútum adatok problémája. Ezeket nagyrészt a korábban említett kérdőíves felméréssel lehet beszerezni a lakosság irányából, továbbá utána kell érdeklődni az önkormányzatoknál és a helyi vállalatoknál.

A következő kérdések merültek fel a vizsgálat folytatásakor:

- Vajon elég-e, vagy esetleg nem túl sok-e a modellezéshez a Pécs esetében használt 28 féle tényező? Ennek eldöntésére további interjúkat kell készíteni a lakossággal.

- Mennyi helyi lakost kérdezzünk meg a tényezők súlyozásának kialakításakor? Pécs esetében ez 1 ezrelék volt, ami megfelel a választási eredmények előzetes felmérésénél használt arányoknak, de meg lehetne próbálni más esetekben 2-3 ezrelékes mintát felvenni.

- Kell-e differenciálni egy objektumtípuson belül? Kell-e és érdemes-e pl. egy nagyobb forgalmú buszmegállónak magasabb pontot adni, mint egy kisebb forgalmúnak? Pécs esetében ezt nem tettük meg. Pilot-projektekkel ellenőrizni kellene ezek lehetőségeit és hasznát.

Végül meg kell említeni olyan külső korlátozó tényezőket is, mint a számítógépek számítási kapacitása, a vizsgálat elvégzéséhez rendelkezésre álló idő és persze a ráfordítható anyagi források mennyisége.

A közeljövőben igyekszünk válaszokat találni az itt felvetett problémákra és lehetőségeinkhez mérten részletesen elvégezni még több vidéki magyar nagyváros lakossági igények alapján történő minősítését.

Köszönetnyilvánítás

A cikk a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült.

Irodalom

GYENIZSE P. (2009): Geoinformatikai vizsgálatok Pécsen. Pécs településfejlődésére ható természeti és társadalmi hatások vizsgálata geoinformatikai módszerekkel. – *Geographia Pannonica Nova* 7, Publikon Kiadó, Pécs, 110 p.

GYENIZSE P. – NAGYVÁRADI L. – PIRKHOFFER E. (2008): Pécs lakott területének minősítése – természeti adottságok és társadalmi igények elemzése térinformatikai módszerekkel. – *Földrajzi Közlemények*, 132. évf. 3. szám, pp. 323–333.

HAGGETT, P. (2006): Geográfia – Globális szintézis. Typotex Kiadó, Budapest, pp. 398-399.

RONCZYK, L. – TRÓCSÁNYI, A. (2006): Some changes in urban environment in Pécs. – In: *RONCZYK, L. – TÓTH, J. – WILHELM, Z.* (ed.): Sustainable Triangle, University of Pécs, Institute of Geography, Pécs, pp. 174–182.

TÓTH J. (1981): A településhálózat és a környezet kölcsönhatásának néhány elméleti és gyakorlati kérdése. – *Földrajzi Értesítő*, 30. (2–3), pp.167–192.

TÓZSA I. (2001): A térinformatika alkalmazása a természeti és humán erőforrás-gazdálkodásban. – Aula kiadó, Budapest, 190 p.

Bátaszék beépített területének lakossági igények alapján való minősítése geoinformatikai módszerrel

Gyenzise Péter¹ – Szébenyi Anita² – Nagyvárad László³

¹ egyetemi docens, Pécsi Tudományegyetem TTK Földrajzi Intézet, gyenzise@gamma.ttk.pte.hu

² doktorandusz, Pécsi Tudományegyetem Földtudományok Doktorisk., szebenyi@gamma.ttk.pte.hu

³ tszv. egyetemi docens, Pécsi Tudományegyetem TTK Földrajzi Intézet, nagyvarl@gamma.ttk.pte.hu

Abstract: Bátaszék is a little town, located not far from the southern section of the River Danube in Hungary. In this paper the authors produced a settlement built-up area qualification based on the claims of the residents using GIS methods. The database contained 60 questionnaires with local people answering, about the spatially different buildings and objects, and their importance and characteristics. The result of this research is a model, which shows with values, that the most important buildings for the townspeople located on both sides of the main road No. 56.

Bevezetés, célkitűzés

A települések a társadalom által létrehozott térbeli képződmények, amelyek magukba foglalják az ott élő emberek lakóházait, különböző méretű és jellegű munkahelyeit, a közösségi, illetve rekreációs épületeket, valamint az ezeket összekötő út- és térhálózatot stb. Ezek adják meg a település térben elterülő, látható formáját, amely természetesen nagyon függ a természeti környezettől és a város vagy falu történelmi fejlődésétől (CSAPÓ T. 2005, ELEKES T. 2008, TÓTH J. 1981).

A település azonban a benne élő népesség révén több az épületek sokaságánál. Az ott élő emberek saját szempontjukból véleményt alkotnak a lakókörnyezetükről, amely egy szubjektív értékrendet tükröz, de ha megismerjük azt, akkor térben ábrázolhatjuk, térképezhetjük. Korábban több vizsgálat történt már hazánkban, amely geoinformatikai módszereket használ a települések lakossági igények alapján való minősítésére (GYENIZSE P. 2009, GYENIZSE P. – NAGYVÁRAD L. – PIRKHOFFER E. 2008).

Bátaszék településképének és funkcionális szerkezetének bemutatása

Bátaszék a Duna hazai szakaszának alsó részén fekvő Sárköz egyik nagy települése. A falu, majd mezőváros a XII-XVI. század között a környék vallási, szellemi és gazdasági központja volt. Az első felvirágzásnak a másfél évszázados török uralom vetett véget. A XVIII. századi betelepítések után ismét uradalmi központ lett, aminek alapját az igazgatási és kereskedelmi funkció teremtette meg (NAGYVÁRAD L. – SZEBÉNYI A. 2010). Az 1850-es években befejeződött a Sárvíz szabályozása, így a lecsapolt területeken kialakított szántóföldek és legelők a környék mezőgazdaságát is fellendítették. Ekkor gyorsult fel a város térbeli terjeszkedése, amelyet azonban jelentősen

befolyásolt a természeti környezet, pontosabban az ártérperemi mikrodomborzat (GYENIZSE P. – NAGYVÁRAD L. – SZEBÉNYI A. 2011).

Egy település lakossági igények alapján való minősítése többféle módszer szerint is készülhet. Ezek közül az egyik lehetséges módszer, hogy megvizsgáljuk a városképet, azaz az épületek és közterületek látványát. Ez egy kézzel fogható dolog, ami minden bizonnyal befolyásolja a települések egyes részeinek megítélését. Másik módszer lehet az, hogy hagyományos kartográfiai módszerrel feltüntetjük a település térképén, hogy az emberek számára a mindennapi életben fontos objektumok (boltok, hivatalok, vendéglátóipari egységek stb.) hol helyezkednek el a térben. Ez történhet pl. pont-módszerrel. Az így kapott térkép már alkalmas nagyléptékű vizsgálatokra, bizonyos tendenciák megállapítására, sőt esetenként akár számszerűsítésre is (pl. pont/km²).

Először nézzük meg röviden, hogy milyen eredményt kapunk, ha Bátaszék területére elkészítjük a fent említett felmérést és térképet rajzolunk belőle (1. ábra). Amennyiben a település beépített területének egészét nézzük, akkor városképi és funkcionális szempontból jól elkülöníthető részekre oszthatjuk.



1. ábra Bátaszék településképi meghatározó elemei (szerk.: Gyenizse P.)
(1 = belváros, 2 = XVIII-XIX. századi beépítésű kertváros, 3 = XX. századi beépítésű kertváros, 4 = iparterületek, 5 = városképi jelentőségű műemlékek, 6 = hivatalok, intézmények, 7 = városképi jelentőségű üzletek)

Először a városias arculatú, a város történeti értékeit magában foglaló, az idők során – a tudatos városfejlesztésnek köszönhetően – funkcióiban kiteljesedett történelmi városmag emelendő ki.

A városkép és a funkciók szempontjából lehatárolható másik nagy egység a városmagot körülölelő külső városrész, ami bár vegyes használatú, jellemzően kertváros jellegű lakóövezet. Ez a nagy egység több különböző hangulatú részre bontható. Ezek a részek funkciójukban tehát nem, csak építészeti és városképi szempontból különböznek.

A külváros harmadik nagy egysége az iparterületek. Ezek elsősorban a vasútállomás környékén és az 56-os út mohácsi kivezető szakasza mentén állnak.

Egyes településrészek nem csak látványban, hanem funkcionálisan más szerepet tölthetnek be (lakóterület, közösségi tér, ipari funkció stb.). Mindezek a különböző szerepek és hatások együttesen alakították ki az adott kor településképét és formálták át újra és újra az elmúlt évszázadokban.

Az évszázadok során délről északra terjeszkedő város a település-funkciók tekintetében is meglehetősen féloldalas képet mutat. Amennyiben felrajzoljuk egy térképre a jelentősebb műemlékeket, üzleteket, hivatalokat és közintézményeket, akkor azt látjuk, hogy azok kifejezetten a város délebbi részén koncentrálódnak (*1. ábra*). Ez teljesen érthető, mivel ott volt évszázadokon át a település gazdasági, szellemi és sokáig a lakónépesség koncentrációja által kijelölt központja is. Az önkormányzat terveiben szerepel a funkciók szétosztása, aminek egyik példája az északi oldalra, a Bajai út mellé telepített Plus áruház. A jövőben távolsági buszpályaudvart, mentőállomást, nagyobb óvodát és háziorvosi rendelőt szándékoznak az északnyugati részen itt kialakítani (Bátaszék Város Integrált Városfejlesztési Stratégiája 2009–2015).

Bátaszék beépített területének lakossági igények alapján való minősítése

A fent ismertetett hagyományos térképkészítésen túl modernebbnek számító geoinformatikai módszereket is alkalmazhatunk a város területének minősítésére. A geoinformatikai programok felületek generálására is képesek pl. megadott pontok felhasználásával. Alkalmasak továbbá számszerű információk megadására, amivel így pl. pontosan lehet jellemezni egy városrészt. Az elmúlt években kidolgoztunk egy minősítő módszert, ami kérdőíves felmérésre alapozva megadja egyes térben „megfogható” objektumok relatív értékét.

A vizsgálatba bevont objektumok (iskolák, buszmegállók, vállalatok stb.) listáját, azok jellemzőit, valamint a helyzetükre vonatkozó információkat különböző hivatalok, cégek adták meg, illetve ezeket a saját helyismerettel és terepbejárással egészítettük ki.

Mivel a vizsgálat célja nem csak ezen objektumok térbeli ábrázolása, hanem a lakosságra gyakorolt hatásának felmérése, ezért megfelelő pontrendszer kellett kialakítani minden egyes objektumtípushoz. Az objektív pontrendszer alapját egy 2011. február végén elvégzett kérdőíves felmérés teremtette meg. A kérdőívekkel 60 fő véleményét mértük fel, ami a lakosság 1 ezrelékét jelenti (ez nagyságrendjében megfeleltethető a választási felmérések arányainak). A felmérés során a 18 objektumtípus, illetve lakókörnyezeti jellemző fontosságát mértük fel a lakosság körében. A feldolgozás után minden jellemző mínusz 10 és plusz 10 közötti lehetséges maximummal rendelkező pontszámot kapott, amiket a térbeli objektumokhoz rendeltünk (1. táblázat).

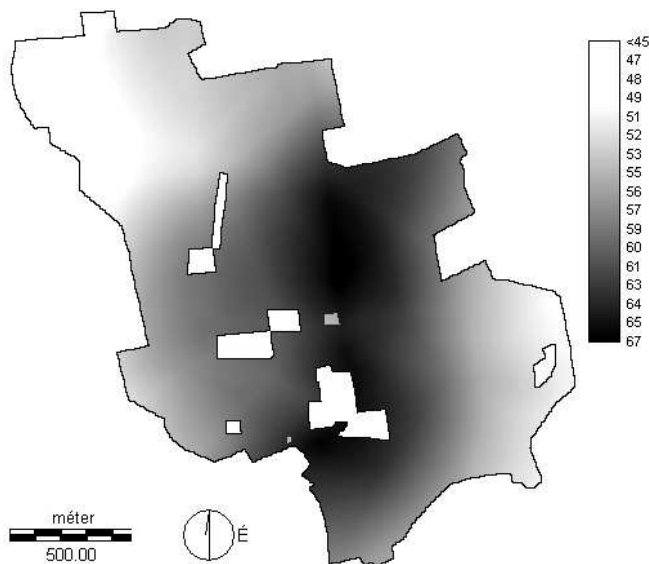
1. táblázat A kérdőíves felmérés feldolgozásával kapott relatív pontszámok
(szerk.: SZEBÉNYI A.)

Vizsgált tényezők:	Relatív pontszámok:
bölcsőde, óvoda, általános, vagy középiskola közelsége	4.33
kórház, rendelőintézet közelsége	4.67
forgalmas főútvonal közelsége	5.25
vasútállomás közelsége	-0.83
buszmegálló közelsége	3.58
vezetékes víz, szennyvízhálózat megléte	9.33
egyéni fűtés megléte	9.17
településközpont közelsége	4.83
bevásárlóközpont közelsége	2.50
ABC (elsősorban élelmiszer) üzletek közelsége	7.17
vendéglátóhely, étterem, nagyobb szórakozóhely	1.25
templom közelsége	3.58
ipari üzemek közelsége	-2.25
park / nagyobb zöldterület közelsége	3.92
saját kert megléte	6.08
hátrányos helyzetű társadalmi rétegek jelenléte	0.42
sportpálya közelsége	0.92
magasabb porterhelés, légszennyezettség	2.42

A második lépésben feltérképeztük ezeknek a térbeli objektumoknak a helyét és digitalizáltuk azokat. A felmérés után létrehozott térinformatikai rétegek egy része – a helyzeti energiákhoz hasonlóan – valamitől való távolság alapján minősítette Bátaszék területét. Másik része pedig konkrétan lehatárolt területeknek adott alacsonyabb, vagy magasabb pontszámot.

Az elemzés végén mind a 18 tényezőt mutató, pontozott térképréteget összeadtuk, így kaptunk egy összesítő eredményréteget, ami megmutatja a település lakott területének (és közvetlen környékének) bármely részén annak relatív értékét.

Mivel alapvetően a lakóterületekre vonatkozott a vizsgálat, ezért az azokon túl eső részeket levágtuk. A 3. ábrán látható, hogy a legmagasabb relatív pontszámot a városon áthaladó 56-os út melletti részek kapták. Az 1. ábrán bemutatott térképpel ellentétben az elemzés már nem mutatja annyira a város déli részén fekvő főtér környékének dominanciáját. A lakóterületek közül a legmagasabb pontszámot az 56-os út átvezető szakaszának középső és északabbi szakasza mentén fekvő lakóterületek kapták (2. ábra).



2. ábra A vizsgált tényezők összesített pontszámainak megoszlása Bátaszék jelenlegi lakóterületein (szerk.: GYENIZSE P.)

A modellünk szerint a legalacsonyabb pontszámokkal a város lakóterületének vasútállomáshoz legközelebbi, északnyugati része rendelkezik. Igen alacsony pontszámokat kapott továbbá a település legkeletibb szegélye (temető környéke).

A kérdőíves felmérésbe ellenőrző kérdéseket is beiktattunk. Megkértük a válaszadókat, hogy állítsák sorba Bátaszék városrészeit annak függvényében, hogy melyikben lakna a legszívesebben vagy kevésbé szívesen. Bátaszéknek nincsenek közigazgatási értelemben vett városrészei, de némi helyismerettel lehatárolhatók különböző identitású és funkciójú területek (2. táblázat, 3. és 4. ábra). A szavazatok kiértékelése után megkaptuk az egyes településrészek, majd azok összesítése és átlagolása után a városrészek átlagos pontértékét. Az egyes városrészek pontszámát normalizáltuk úgy, hogy a városi átlaghoz viszonyítottuk.

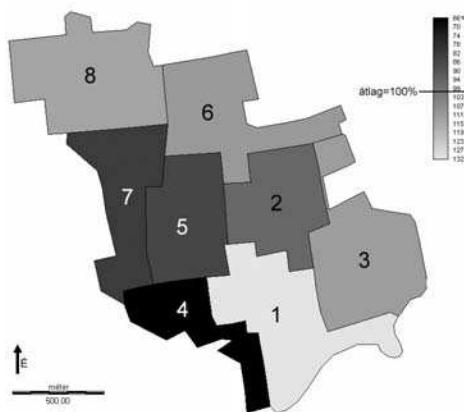
Hasonlóképpen jártunk el a geoinformatikai rétegünkkel is. A digitalizált városrészek alól kiolvastattuk az Idrisi programmal azok összpont-

számát, majd azokat városi átlaghoz viszonyítottuk (2. táblázat, 3. és 4. ábra).

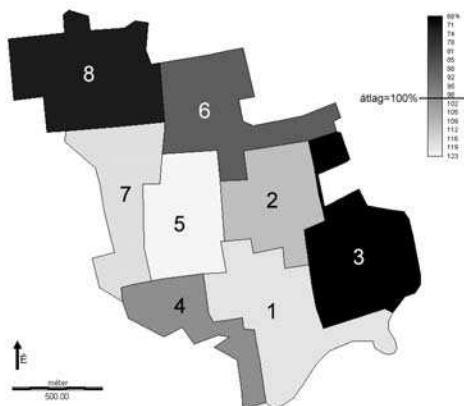
2. táblázat A városrészek relatív értéke a modell, illetve a kérdőíves felmérés alapján (A városrészek beazonosíthatók a 3. és 4. ábrán)
(szerk.: GYENIZSE P.)

Sorszám	Városrész	Az átlagtól (100%) való eltérés a modell alapján	Az átlagtól (100%) való eltérés a kérdőíves felmérés alapján
1	Budai út - templom környéke	132%	119%
2	II. Géza Gimnázium környéke	96%	111%
3	Temető környéke	112%	68%
4	Sportpálya környéke	66%	100%
5	Uszoda környéke	86%	123%
6	Budai út- MOL kút környéke	111%	89%
7	Babits utcai játszótér környéke	83%	118%
8	Vasútállomás környéke	114%	73%

A táblázat adatai és a térképek látványa jelentős anomáliákat tükröznek. Meg kell állapítani, hogy jelentős eltéréseket találunk a két eltérő módszerrel kapott adatok között. A két módszer eredményei csak a főút menti városrészeknél egyeznek meg jó közelítéssel, attól távolodva jelentős eltéréseket kapunk az eredmények között. Ezt véleményünk szerint egyrészt arra vezethetjük vissza, hogy a modellbe sajnos csak relatíve kis számú térbeli objektumot tudunk bevinni az elemzéshez (nem volt több), másrészt esetleg a kérdőíves felmérés során adott nem logikus válaszok is megtévesztőek lehetnek. Azt a következtetést mindenesetre levonhatjuk, hogy a minősítési módszerünk egy bizonyos településméret alatt nem működik megbízhatóan. A másik következtetésünk pedig az lehet, hogy a közigazgatási körzetek, vagy a jelenleg használt „identitási-funkcionális” körzetek „elsimítják” a modellben jelentkező kisléptékű eltéréseket és kiegyenlítik az értékkülönbséget.

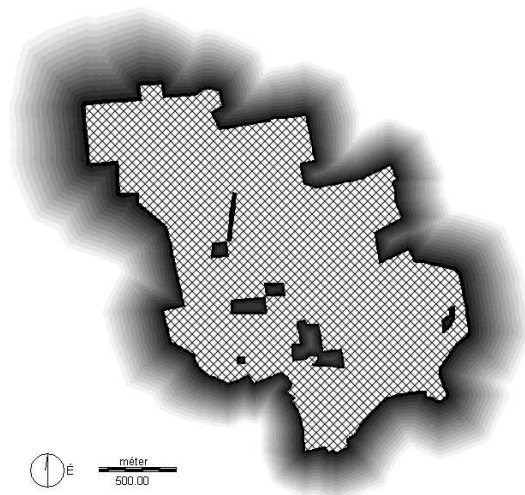


3. ábra A városrészek relatív értéke a modell alapján (A városrészek neve beazonosítható 2. táblázatban) (szerk.: GYENIZSE P.)



4. ábra A városrészek relatív értéke a kérdőíves felmérés alapján (A városrészek neve beazonosítható 2. táblázatban) (szerk.: GYENIZSE P.)

A 2011-ben ismertetett, a természeti környezetet minősítő modellünkben már készítettünk egy olyan elemzést, amely a jövőbeni terjeszkedés főbb irányát próbálja kimutatni (GYENIZSE P. – NAGYVÁRADI L. – SZEBÉNYI A. 2011). Ennek használatával megállapítottuk, hogy a mikrodomborzat és vízrajz elsősorban a nyugati irányú terjeszkedést teszi lehetővé. A jelen vizsgálatunkban a csak társadalmi tényezőkön alapuló terjeszkedés-modell eredményei viszont azt mutatják, hogy a város terjeszkedésének nem lesz egy kiemelt iránya, ugyanis közel egyenletes a jelenleg beépített területeket határoló részek társadalmi megítélése (5. ábra). Összességében a természeti és társadalmi hatások, valamint a nemrég megépült autópálya – véleményünk szerint – egy nem túl gyors északnyugati irányú terjeszkedést fog indukálni az elkövetkező évtizedekben.



5. ábra A csak társadalmi tényezőket figyelembe vevő modell nem jelöl ki fő jövőbeni terjeszkedési irányt (szerk.: GYENIZSE P.)

Köszönetnyilvánítás

A cikk a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült.

Irodalom

- Bátaszék Város Integrált Városfejlesztési Stratégiája 2009-2015. (2009) – Elfogadta Bátaszék Város Önkormányzatának Képviselőtestülete 2/2010 (I.21.) KT határozatával. Készült 2009. december. p. 110.
- CSAPÓ T. (2005): A magyar városok településmorfológiája. – Savaria University Press, Szombathely, 170 p.
- ELEKES T. (2008): A földrajzi tényezők szerepe a településfejlődésben. – Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, 160 p.
- GYENIZSE P. (2009): Geoinformatikai vizsgálatok Pécssett. Pécs településfejlődésére ható természeti és társadalmi hatások vizsgálata geoinformatikai módszerekkel. – Geographia Pannonica Nova 7, Publikon Kiadó, Pécs, 110 p.
- GYENIZSE P. – NAGYVÁRADI L. – PIRKHOFFER E. (2008): Pécs lakott területének minősítése – természeti adottságok és társadalmi igények elemzése térinformatikai módszerekkel. – Földrajzi Közlemények, 132. évf. 3. szám, pp. 323–333.
- GYENIZSE P. – NAGYVÁRADI L. – SZEBÉNYI A. (2011): Településterjeszkedés geoinformatikai modellezése Bátaszék város példáján. – In: Lóki József (szerk.): Az elmélet és gyakorlat találkozása a térinformatikában. II. Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás, Debrecen, ISBN:978-963-318-116-4, pp. 459-467.
- NAGYVÁRADI L. – SZEBÉNYI A. (2010): Bátaszék, Kisváros tájak és kultúrák találkozásában. Bátaszék Önkormányzatának kiadása, Bátaszék, Séd Nyomda, 186 p.
- TÓTH J. (1981): A településhálózat és a környezet kölcsönhatásának néhány elméleti és gyakorlati kérdése. – Földrajzi Értesítő, 30. (2–3), pp.167–192.

Optimális klaszterszámra irányuló vizsgálatok – NDVI adatok alkalmazásával – modern statisztikai módszerekkel

Dr. Havasi István¹– Benő Dávid²

1. tszv. egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Geofizikai és Térinformatikai Intézet,
gbmhi@uni-miskolc.hu

2. tud. segédmunkatárs, Miskolci Egyetem, Geofizikai és Térinformatikai Intézet,
gbmbd@uni-miskolc.hu

Abstract: In a concise introductory part of this study first **modern statistical methods** are overviewed briefly, then we come to **fuzzy logic** treated in our present research emphatically, and the **classification** of one of its important applications in land management. After that we deal with the theoretical membership functions well applicable to the afore-mentioned purpose and procedures taken into account here, moreover computing the **vegetation index (NDVI)**. Following that we perform the classifications in the title using a concrete data set, a Landsat 7 satellite image, and the final results of this research are evaluated. Finally, considering the afore-discussed, we make a proposal for the optimal cluster number.

Bevezetés

A területegazdálkodás, mint komplex tervezési feladat, több ágazat ismeretét igényli, mint pl.: mezőgazdaság, ipar, természetvédelem, településgazdálkodás. Ezek együttes modellezése igen nehéz feladat, főleg a természetben lejárló folyamatok megismerése, mivel legtöbbször egyszerre több ilyen is lejátszódik, és minden egyes modellparamétert nem is ismerhetünk. A természettudományok több módszert is átvettek a klasszikus matematikai statisztika eszköztárából, azonban ezek nem mindegyike képes a természetben előforduló folyamatosság, illetve az abban rejlő bizonytalanság leírására. Emiatt, olyan eljárások kifejlesztésére mutatkozott igény, amelyeket ma un. „*lágyszámítási módszerekként*” ismerünk, mint például a *többszámítási logika*, amellyel már az ókori görögök is foglalkoztak. A huszadik század második felében a mesterséges intelligencia, a számítástechnika ugrásszerű fejlődése nagy lendületet adott a lágyszámítási módszerek kifejlesztésének, ennél fogva megjelent a *mesterséges neurális hálózat*, a *genetikus algoritmus* és a *fuzzy-logika*.

Jelen cikkünk célja bemutatni a fuzzy-logika alkalmazását irányítatlan osztályozásra, továbbá az is, hogy ismertessünk egy konkrét vizsgálatot, amelyben összevetjük a *hagyományos k-közép osztályozást* a *Fuzzy-C-Mean (FCM)* (magyarul is így használatos) *módszerrel* Landsat 7 felvételtől képzett vegetációs index segítségével. Ennek kapcsán azt tanulmányoztuk, hogy azonos klaszterszám esetén hogyan módosult az egyes osztályok nagysága a két módszer alkalmazásával, illetve azt is, hogy a klaszterszám változása milyen eltérést okoz az egyes módszereknél. Kitűzött célunk természetesen magába foglalja az optimális klaszterszám meghatározására irányuló vizsgálatunkat is.

A fuzzy-logikáról röviden

Az 1950-es évektől a mesterséges intelligencia kutatása során alakultak ki azok a szakértői rendszerek, amelyek a Boole-algebra alapján végeznek következtetést adat-, és tudásbázis alapján. Ez a hagyományos bináris logika két értékkel dolgozik: *igaz* és *hamis*. A természettudományokban sokszor találkozunk azonban olyan jelenségekkel, amelyek rosszul definiálhatók, működésük modellezése egzakt módszerekkel egyáltalán nem megoldható. Több szerző tett kísérletet többértékű logika kialakítására, a kontinuum végtelen értékészletű fuzzy-logika elvét L. A. Zadeh dolgozta ki (ZADEH L. A. 1965) munkájában.

A fuzzy jelentése életlen, ebből következően az e rendszerekben adott halmazba való tartozást tagsági függvények írják le (Gauss, háromszög, trapéz, szigmoid, stb). Ezek a függvények egy-egy nyelvi változó értékét reprezentálják, például egy adott területen a gyomoság, mint nyelvi változó értékei lehetnek: kevésbé gyomos, közepesen gyomos, nagyon gyomos. Az előbbi példa szerint tehát az adott halmazba való tartozást („Milyen mértékű a gyomosodás?”), az egységnyi területen lévő gyomok mennyiségét, függvénynyel adjuk meg. Ez a műveletet hívják **fuzzifikálásnak**. A következő lépésben a szabályrendszer felépítése történik meg az egyes nyelvi változók között, vagyis azokkal végzünk logikai műveleteket, hajtunk végre következtetéseket (és, vagy, negálás). Ennek eredményeképpen egy tagfüggvényekből álló aggregátum jön létre, ami a **defuzzifikáció** alapja. A defuzzifikáció során egy konkrét értéket kapunk, ez tekinthető a fuzzy-elemzés végeredményének.

Fuzzy-elemzések a területgazdálkodásban

A területgazdálkodásban a fuzzy-halmazelméletet alapvetően osztályozásra használják, célja redukálni a komplex rendszert az adatok csoportosítására jól elkülöníthető osztályokba (MCBRATNEY A. et al. 1997).

Két különböző, de egymást kiegészítő megközelítés létezik a fuzzy-halmazok, tagsági függvények kialakítására: az **automatikus klaszterező eljárások**, mint például az **FCM** (Fuzzy C-Mean) és a **szakértői tudáson alapuló SI** (Semantic Import) **modell** (MCBRATNEY A. et al. 1997).

Klaszterező eljárások:

A klaszterező eljárások közül az FCM az egyik legelterjedtebb módszer, amely során az alábbi célfüggvény kerül optimalizálásra:

$$J(\mathbf{X}, \mathbf{U}, \mathbf{V}) = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^N (\mu_{i,k})^m \left\| \underline{x}_k - \underline{v}_i \right\|_A^2$$

ahol: $U = [\mu_{i,k}]$, az $\frac{x_k}{\|x_k - v_i\|_A^2}$ elem hozzátartozási mértéke i . klaszterhez,
pedig egy alkalmazott távolság norma, ahol „A” a távolság mértéke,

V: a klaszter-középpontokból álló mátrix, amelyek helyzetét ki kell számolni,

m: súlykitevő.

A fenti eljárás egy nem felügyelt osztályozás, itt az osztályok száma az elemzés kezdetekor nem ismert. A klaszterezés jóságának minősítésére a következő mutatókat vezették be (McBratney et al. 1985):

- **FPI (Fuzzyness Performance Index)**: a fuzzy mérték mérőszáma,
- **NCE (Normalized Classification Entropy)**: az adatok rendezetlensége.

(Minthogy jelen tanulmányunk célja más, ezért az előző mutatókat a továbbiakban nem vizsgáljuk!)

A fenti módszer egyik példája Illés (ILLÉS G. et al. 2003) munkája, amelyben az Észak-Hanság termőhelyi viszonyait vizsgálta. Célja egy olyan talajmodell, illetve osztályozás elkészítése volt, amely a helyszínen dolgozó szakember (erdészeti, természetvédelemi) számára nyújthat megbízható információkat a terület talajviszonyairól. A szerző első lépésben egy talajfizikai, talajkémiai és domborzati adatbázist hozott létre, és ezekkel az adatokkal végezte el a szükséges elemzést. A tagsági függvények kialakítását klaszterezéssel kezdte, és a kapott eredményre eloszlásfüggvény illesztésével adta meg a fuzzy-halmazok elemeinek halmazba tartozási igazságértékét. Ezen osztályozás segítségével a talajjellemzők és a környezeti változók közötti összefüggést kereste regressziós egyenletek felállításával. A végeredményként kapott térképek a modell értelmezési tartományán belül jól mutatták a termőhelyi viszonyokat, azonban ezen túl az már nem volt megbízható (ILLÉS G. et al. 2003).

Az SI modell:

A szemantikus import modell egy olyan empirikus vagy szakértői modell, amely a tagsági függvényt specifikálja a meglévő tudás és az elvégzett tudományos kísérletekből nyert tapasztalat alapján. Chang és Burrough használta először a fuzzy-halmazokat, az arra épülő logikát a talajértékelésben. Munkájukban az SI megközelítést alkalmazták, és több olyan tagsági függvényt publikáltak, amelyek jól alkalmazhatók a talajtan tudományában (CHANG, L-BURROUGH, P.A. 1987).

A szemantikus import modell egy magyar vonatkozású példája Honfi Vid munkája (HONFI V., 2006), amelyből az aranykorona érték és a lejtési viszonyok alapján a földhasználati alkalmasságra nyerhetők hasznos információk. A szerző a lejtési viszony tagsági függvényeinek kialakítása során figyelembe vette a Nemzeti Agrár-környezetvédelmi Program, a Balaton-törvény ajánlásait, továbbá az aranykorona érték kapcsán a vizsgált helyszínen gazdálkodó agrárszakemberek tapasztalatait.

A fent tárgyalt két módszerrel előállított tagsági függvények között speciális fuzzy logikai műveletek végezhetők, illetve szabályrendszerek alakíthatók ki. A már említett SI példában Honfi a domborzat és az aranykorona alapján von le következtetést a földhasználatra „ha ... akkor...” formában megírt szabályok segítségével:

pl: Ha *AK érték = jó* és *lejtés = sík*, akkor *alkalmasság = szántó*.

Ha *AK érték = közepes* és *lejtés = lejtős*, akkor *alkalmasság = legelő*, (HONFI 2006).

A fuzzy-logika alkalmazása során - szemben az irányítatlan klaszterezéssel - a kimenetek (a következtetések) előre meghatározott fuzzy-halmazok, amelyek szintén tagsági függvényekkel írhatók le.

A fuzzy-logikában a logikai operátorok a Boole-algebrához hasonlóan matematikai műveletekkel írhatók le, azonban míg a hagyományos logika diszkrét értékekkel dolgozik (0 és 1), addig a fuzzy-halmazok 0 és 1 közötti számokat használnak. Ebből következően az operátorok jelentései is eltérőek (1. táblázat):

1. táblázat A logikai operátorok jelentése

operátor	Boole	Fuzzy
és	szorzás	minimum
vagy	összeadás	maximum

A fuzzy következtetés során függvényaggregáció hajtódik végre, amelyből a defuzzifikáció adja az elemzés végső értékét.

Fuzzy irányítatlan osztályozás alkalmazása NDVI adatokon

Az NDVI háttere és számítása

Az **NDVI**, mint normalizált vegetációs index, kifejezi a növényzet fotoszintézis termését, vagyis az a termelt klorofill mennyiséggel van kapcsolatban. A spektrális visszaverődési görbék tanulmányozása alapján megállapítható az, hogy a növényzet kis mértékben veri vissza a látható tartomány sugarait, ugyanakkor fejlettségével, klorofill tartalmával arányosan erősödik

a visszaverődés a közeli infravörös sávban. Emiatt a vegetáció fejlettségi fokát ki tudjuk jelezni, ha kimutatjuk a látható és a közeli infravörös sávban mért adatok közötti különbséget. Minél nagyobb ez az érték, annál fejlettebb a növényzet. A gyakorlatban a látható tartomány vörös sávját és a közeli infravörös sáv adatait szoktuk használni. A gyakorlat azt is bizonyította, hogy jobb az egyszerű különbség helyett a normalizált különbséget használni, mivel ez kiküszöböli a különböző megvilágításból, lejtésből, kitettségéből adódó eltéréseket. Ezért szokták a normalizált vegetációs indexet alkalmazni (**NDVI** – **N**ormalized **D**ifference **V**egetation **I**ndex). Ha **NIR**-el jelöljük a közeli infravörös sávban érzékelt értékeket, és **RED**-del a vörös sáv értékeit, akkor az **NDVI** képlete a következőképpen alakul:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED}).$$

Egy Landsat 7 műholdfelvétel esetén, ahol a 3-as sáv a vörös, a 4-es pedig a közeli infravörös, az **NDVI** képlete a következő lesz:

$$\text{NDVI} = (4 - 3) / (4 + 3).$$

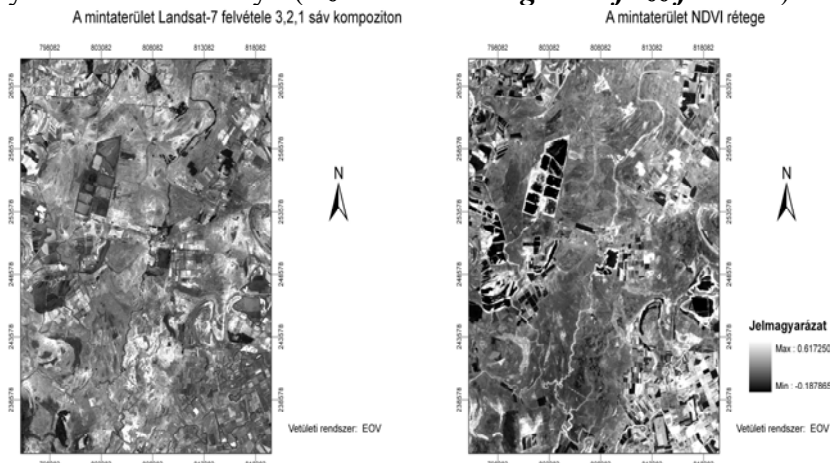
Az így számított értékek -1 és $+1$ között változnak. A vízfelület, a felhők és a hó negatív; a csupasz talaj, a szikla és a mesterséges felszínnek 0 körüli; míg a növényzet pozitív számokat fognak mutatni.

Az osztályozás végrehajtása konkrét adatállományon

A vizsgálat első fázisaként az **NDVI** adatok előállításához a Hortobágy területéről készült Landsat 7 műholdfelvételt szereztünk be az <ftp://ftp.glcfc.umd.edu/glcfc/Landsat/> szerverről (1. ábra). A fenti ftp szerveren a Landsat felvétel sávjai külön-külön tiff raszter fájlokban vannak eltárolva WGS84 rendszerben. Az **NDVI** réteget a Landsat vörös és közeli infravörös sávjaiból képeztük ArcGIS 9.2 szoftverrel (2. ábra), majd azt beimportáltuk a **MATLAB** programba, amelyben az alfanumerikus adatokat egydimenziós mátrixszá, vagyis vektorra alakítottunk át.

A fuzzy irányítatlan osztályozásra a Fuzzy C-Mean clustering (**FCM**) algoritmust használtuk, míg a hagyományos irányítatlan osztályozásra a *k-mean eljárást*, amelyek a **MATLAB** programban beépített függvényként szerepelnek. Bemenetnek megadtuk az **NDVI** adatokból képzett vektort, és az osztályok számát, amelyet ötnek, hatnak, hétnek illetve nyolcnak választottuk. Mindkét módszer lefuttatása után egy-egy vektort kaptunk, amelyből később előállítható volt a GIS réteg. A k-mean algoritmus lefuttatása után automatikusan megkaptuk az osztályozott adatsor vektorát. **FCM** algoritmus esetén el kellett készíteni egy szkriptet, felhasználva a szoftver programozási

nyelvét, amely a tagsági függvények alapján vektor formában produkálja az osztályozott adatállományt. **(Ez a művelet maga a defuzzifikáció!)**



1. ábra A teszterület bemutatása 2. ábra A teszterület NDVI rétege
Landsat 7 felvételen

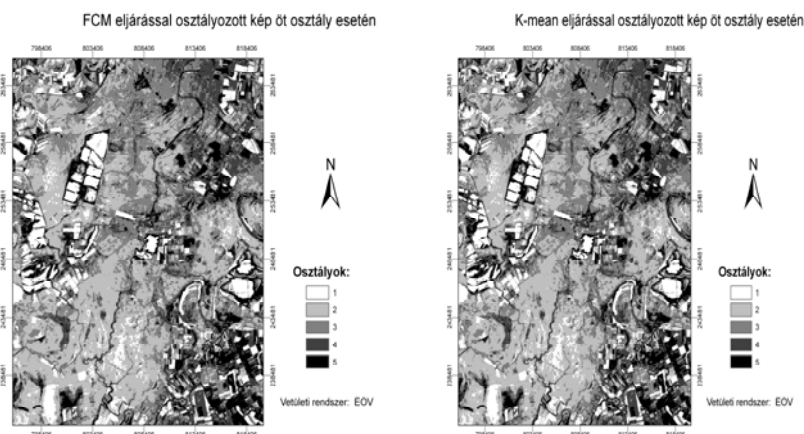
A következő lépés az osztályozott adatsor GIS szoftverekben használható rétegének előállítás volt. Ehhez a kapott állományt mátrixszá alakítottuk az eredeti raszter-fájlnak megfelelő sor, oszlop elrendezés szerint. A térinformatikai rendszerben való alkalmazásához ezt a mátrixot ASCII formátumba konvertáltuk, megadva a cellaszámot, a cellaméretet és a bal alsó pixel koordinátáit. Az egyes osztályok elnevezése egy-egy szám, amely az **NDVI** értékével együtt növekszik, vagyis az egyes jelöli a legkisebb vegetációs index értékeket, a kettes az utána következőket és így tovább.

Az osztályozásból nyert adatok értelmezése

Végrehajtva a kétféle osztályozást a kiértékelés során a több klaszterszám alkalmazásával kapott eredményeket összevetettük az eredeti adatsorral. A 3. ábra képein, öt klaszterszámra vetítve, a tesztelt két osztályozási módszer (**FCM** és **k-közép**) eredményeit szemléltetjük.

Ehhez az ArcGIS-be importált ASCII fájllokból és az eredeti NDVI rétegekből osztályleíró fájlkat (signatures file-ok) készítettünk, amelyek tartalmazzák osztályonként az átlagokat és a kovariancia értékeket. Ezen adatokból hoztuk létre később az osztályok közötti viszonyokat és statisztikai jellegű eltéréseket leíró **dendrogramokat**.

A dendrogramokból kiderült, hogy a két módszerben azonos klaszterszám esetén az osztályok közötti statisztikai mérőszámokban nincs szignifikáns különbség. A pixelszám-különbséget az alábbi 2. táblázat mutatja be: (Egy rétegen belül az össz-pixelszám: 1.143.954.)



3. ábra Osztályozási eredmények (klaszterszám: 5)

2. táblázat A kapott pikszelszám-különbségek azonos klaszterszámra vetítve a két tesztelt eljárásban

Klaszterszám /darab/	Pixelszám-különbségek
5	5982
6	13650
7	13541
8	25028

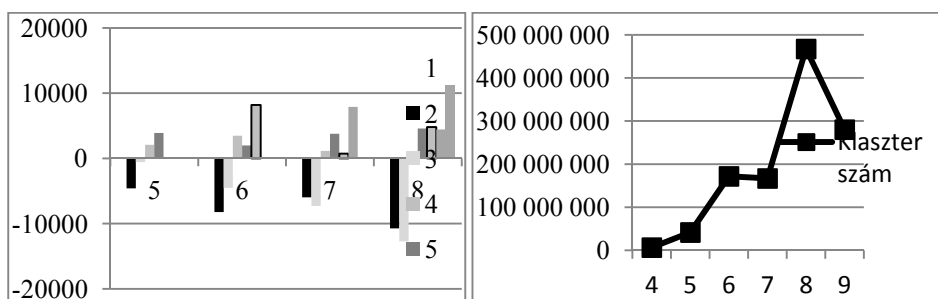
A pixelszám-változást grafikusán is kiértékeljük. Megállapítottuk, hogy a képpontok egyenletesen helyezkedtek el, önállóan vagy maximum három alkotott egy pixelcsoportot.

A következő lépésben megvizsgáltuk azt, hogy milyen változások voltak a különféle klaszterszámú osztályozások között. (A fentebb említett két módszer közötti hasonlóság miatt nem tettünk különbséget az **FCM** és a **k-mean** módszerek között.) Jól megfigyelhető volt az, hogy a kettes és hármas osztály minden esetben ugyanolyan közel volt egymáshoz (3,14 -3,16). Ezekhez még az egyes osztály is közel volt (5,15 - 5,22). A 7 és a 8 klaszterszámok esetén a négyes és ötös osztályok estek egymáshoz nagyon közel (3,41 és 3,45). A 6 klaszterszámú osztályozás esetén az ötös a hatos osztályok kerültek közel (2,93), a négyes pedig az előbbi kettőtől távolabb (4,3), így két nagy csoport jött létre: az 1, 2, 3 és a 4, 5, 6. A 8 klaszteres osztályozásnál a hetes és nyolcas osztályok voltak egymáshoz közel (2,9), azoktól pedig nem messze a hatos (4,08). Ebben az esetben három nagyobb osztálycsoport alakult ki: az 1, 2, 3; a 4, 5 és 6, 7, 8.

Az előzőeken kívül vizsgáltuk még a két módszer adta pixelszám-különbségekből (4. ábra) képzett négyzetösszeget is (3. táblázat, 5. ábra). Ez alapján az **optimális klaszterszám megállapítása** szempontjából **elsősorban az 5, másodsorban pedig a 7** jöhet szóba. Ezt az indokolja, hogy a pixel-szám eltérés négyzetösszegénél (utolsó oszlop) ezen értékek után következik be jelentősebb változás. Jelen tanulmány kapcsán mi **optimálisnak az 5 klaszterszám** alapján végzett osztályozást javasoljuk. Ahhoz, hogy a 7-et tekintsük optimális klaszterszámnak az osztályozáshoz – véleményünk szerint – az általunk felhasználnál jobb felbontású műholdfelvétel szükséges.

3. táblázat Pixelszám-eltérések osztályonként és azok négyzetösszegei

Klaszterszám	Pixelkülönbség osztályokra lebontva (FCM-K_mean)									Négyzet-összeg
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
4	-1952	-281	828	1405						6 548 874
5	-823	-4590	-569	2091	3891					41 581 352
6	-907	-8219	-4524	3493	1972	8185				171 925 244
7	-298	-5958	-7285	1139	3776	733	7893			167 050 028
8	-854	-10724	-12721	-729	4595	4795	4427	11211		467 479 674
9	703	-5339	-9800	-5548	810	3382	1886	4486	9420	280 331 050



4. ábra Pixelszám-különbségek 5. ábra Pixelszám-eltérés négyzetösszegek

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány/kutatómunka a TÁMOP – 4.2.1.B – 10/2/KONV – 2010 – 0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

L. CHANG – P.A. BURROUGH, (1987): Fuzzy reasoning: a new quantitative aid for land evaluation. Soil Surv. Land Evaluation, 7, pp. 69–80.

- MCBRATNEY ALEX B. – ODEH, INAKWU O. A.* (1997): Application of fuzzy sets in soil science: fuzzy logic, fuzzy measurements, and fuzzy decisions *Geoderma* 77 (1997) 85-113.
- MCBRATNEY A. B. – MOORE A. H.* (1985): Application of fuzzy sets to climatic classification. *Agricultural and Forest Meteorology* 35, 165-185. in John Triantifilis (1990) application of continuous methods of classification in lower namoi valley http://www.pedometrics.org/paper/john_t.pdf
- ILLÉS G. – KOVÁCS G. – BIDLÓ A. – HEIL B.* (2003): Az Észak-Hanság termőhelyi viszonyainak modellezése „fuzzy”-klasszifikáció és GIS eszközök felhasználásával *Acta Agraria Kaposvarinsis* Vol 7 No 3, 45-68.
- HONFI VID* (2006): A földhasználat optimalizálása fuzzy alapú modell segítségével. *Acta Agraria Kaposvarinsis* Vol 10 No 3, 279-287
- ZADEH, L. A.* (1965) Fuzzy sets. *Information and Control* 8 (3) 338-353 p
- YANAR, T. A.* (2003): The enhancement of the cell-based GIS analyses with Fuzzy processing capabilities (http://www.colorado.edu/geography/leyk/geog_5113/readings/yanar_Aky%FCrek_2006_InfSc.pdf, 2011. 06. 10.

Geotermikus energia hasznosítási lehetőségének térinformatikai feldolgozása Létavértes környékén

Dr Husi Géza¹ – Kiss Bacsó László² – Dr Lóki József³

¹ tanszékvezető docens, oktatási dékán, DE Műszaki Kar, husigeza@eng.unideb.hu; ²tanszéki mérnök, DE Műszaki Kar, lbacso@eng.unideb.hu; ³ egyetemi tanár, DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, loki.jozsef@science.unideb.hu

Bevezetés

A „Geotermikus energia hosszútávú felhasználása maximális hatékonysággal Sacuieni – Létavértes területén” című HURO/0801/006-EGSL jelű pályázat keretében a Debreceni és Nagyvárad Egyetem közös projekt keretén belül a hosszú távú felhasználás lehetőségeit vizsgálta. A kutatás során a kijelölt két területen a geológiai és hidrogeológiai paraméterek pontos ismerete céljából hidrodinamikai méréseket végeztek a termálkutakban és meghatározták a kutak pontos paramétereit. A kutatás célkitűzései között szerepelt a pályázat témakörében nyert adatbázis térinformatikai feldolgozása, amely a későbbiekben tovább bővíthető. A Debreceni Egyetem kutatói a hazai mintaterület (Létavértes és környéke) adatainak a feldolgozását végezte el.

A geotermikus energia hasznosításának térinformatikai (GIS) kialakítása a geoadatok és azokhoz tartozó adatbázisok alapján történt, tehát a helyhez kötött információk és azok térbeli kapcsolatainak meghatározását végeztük az adott területen. Az így nyert adatok alapján készült tematikus térképekről leolvashatók azok az információk, amelyek alapján a nagy energia fogyasztókhoz a legrövidebb úton hogyan juttatható el a kitermelt energia, a jelenleg feltárt kutakból. A megépítésre kerülő termál-kutak helyének rögzítése koordinátáik alapján és a kutakhoz tartozó adatokból nyert információk összekapcsolásával folyamatosan lekérdezhető tematikus térképek szerkeszthetők.

Alkalmazott módszerek

Adatnyerések

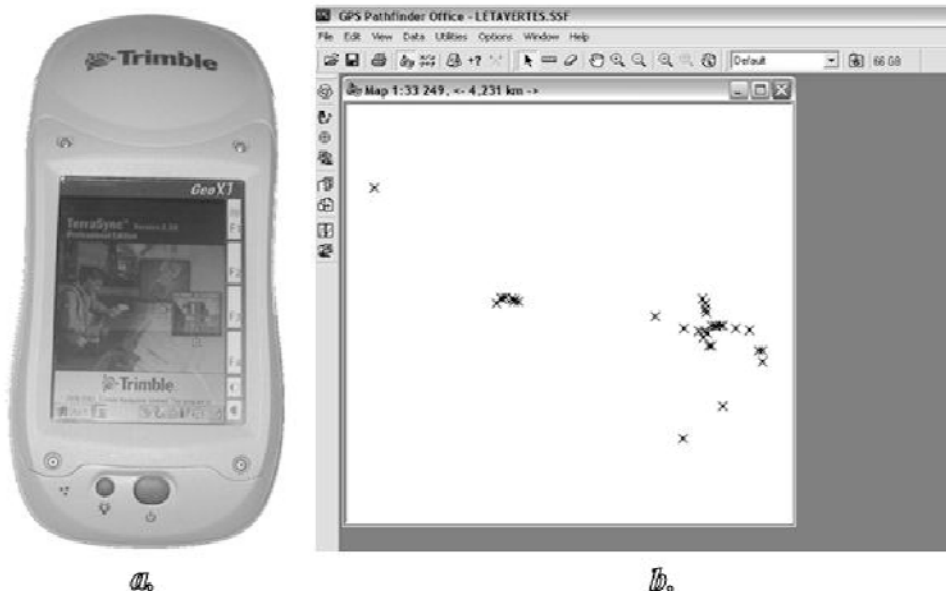
A méréseket magyar oldalról Debreceni Egyetem Műszaki Kara és a Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszéke végezte. A terepi mérések adatainak az utófeldolgozását az egyetemünk GPS bázisállomásának adatainak a felhasználásával végeztük. A bázisállomás Trimble típusú antennája a főépület tetején került elhelyezésre (1. ábra). A geodéziai pontossággal be-

mért bázisállomás műszere lehetőséget nyújt a GPS műholdak által meghatározott koordináták vételére, amelyek segítségével a terepi méréseredmények utófeldolgozása elvégezhető.



1. ábra A Debreceni Egyetem első bázisállomása

Az adatbázis elkészítéséhez először terepi méréseket végeztünk Trimble GPS-el (2a. ábra). A pályázatban a geotermikus energia felhasználóinak, a Létavértes Város Önkormányzatának az épületeit (iskolák, óvodák, stb.) jelölték meg, ezért az első feladat az épületek koordinátáinak a meghatározása volt. A terepi mérések utófeldolgozásánál a GPS Pathfinder Office szoftvert (2b. ábra) használtuk.



2. ábra **a**, Trimble GPS; **b**, A GPS Pathfinder Office szoftver a létavértesi terepi pontokkal

A térinformatikai feldolgozáshoz a korrigált adatokat ArcView formátumban (3. ábra) EOY koordinátákban mentettük ki (exportáltuk).

Shape	EOY_y	EOY_x	Intézmény
Point	864499	230372	Városi Napköziotthonos Óvca
Point	862856	230597	Tagóvoda
Point	864841	230412	Tagóvoda
Point	864991	230392	Tagóvoda
Point	864690	230295	Arany János Általános Iskola
Point	864641	230346	Arany János Általános Iskola
Point	864804	230398	Arany János Általános Iskola
Point	864692	230613	Arany János Általános Iskola
Point	862882	230585	Innyi János Általános Iskola
Point	862966	230567	Innyi János Kiállítóterem
Point	862794	230604	Innyi János Általános Iskola
Point	862708	230553	Innyi János Általános Iskola
Point	862751	230602	Innyi János Általános Iskola
Point	862759	230591	Innyi János Általános Iskola
Point	864764	230414	Szociális Gondozási Központ
Point	864531	229333	Szociális Gondozási Központ
Point	864745	230218	Városi Könyvtár és Művelődési Központ
Point	864772	230218	Családsegítő és Gyermekjóléti Központ
Point	865258	230189	Római Katolikus Kápolna
Point	864697	230390	Református Templom
Point	864721	230338	Református Paróchia
Point	865127	230379	Görög Katolikus Templom
Point	865225	230191	Görög Katolikus Paróchia
Point	865264	230085	Görög Katolikus Templom
Point	864897	229654	Nagyvénrad utcai ipari és szociális központ
Point	864665	230655	Berossz utcai ipari park
Point	864505	231596	Szél utcai ipari park
Point	864800	234411	Városháza
Point	864225	230482	Új Központi Óvoda
Point	864873	230413	Gyermek Étkeztetés
Point	864706	230533	Járóbeteg Szakellátó Centrum
Point	864704	230566	Határrendészet

3. ábra A korrekció utáni koordináták a feldolgozáshoz szükséges adatokkal

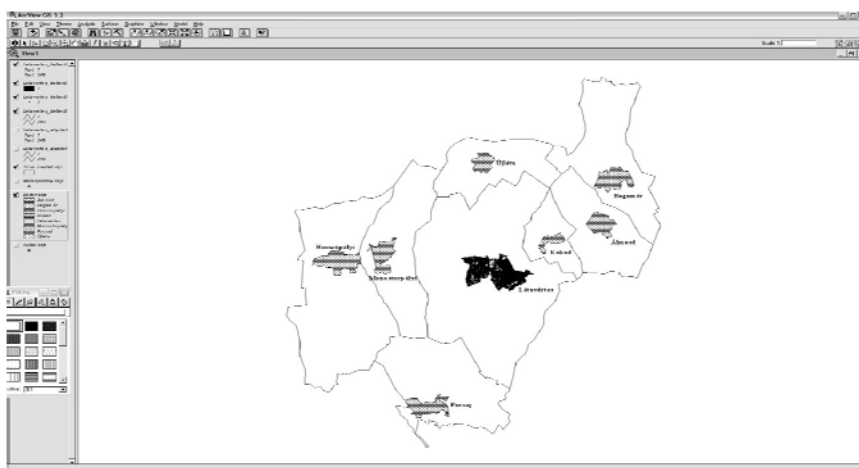
Az önkormányzati épületek településen belüli helyzetének ábrázolásához szükség volt a város telekhatáros térképére. Ennek előállításához az önkormányzattól kapott ITR programban készült dxf formátumban kiexportált településtérképét használtuk, amelyet a térinformatikai feldolgozáshoz szükséges formátumba kellett átalakítani. A térképi adatbázis előállítását, valamint EOY vettületbe transzformálását az ArcView 3.2-es szoftverrel végeztük.

A térinformatikai adatbázis előállításának a másik fontos feladata a geológusok által megadott – korábbi években létesített – szénhidrogénkutató fúrások helyének (koordinátáinak) térképi ábrázolása volt. Ezek a fúrások Létavértes, illetve a szomszédos települések határában találhatóak. A kutak koordinátáit a fúrási jegyzőkönyvek és a pályázat geológiai jelentései szolgáltatották. A térképi ábrázolást, továbbá az adatok hozzárendelését szintén ArcView 3.2-es szoftverrel végeztük.

A pályázat keretében az objektumokról digitális fényképek, hőkamerás felvételek készültek, továbbá energetikai mérési adatokat nyertek. Ezeket a térinformatikai adatbázishoz kapcsoltuk.

Eredmények

Az előállított térinformatikai adatbázis lehetőséget nyújt tematikus térképek szerkesztésére. A 4. ábra Létavértes és a szomszédos hazai települések bel- és külterületi határait szemlélteti. Ez segítheti a tervezést akkor, ha a szomszédos települések is részt kívánnak venni a geotermikus energia hasznosításában a jövőben.

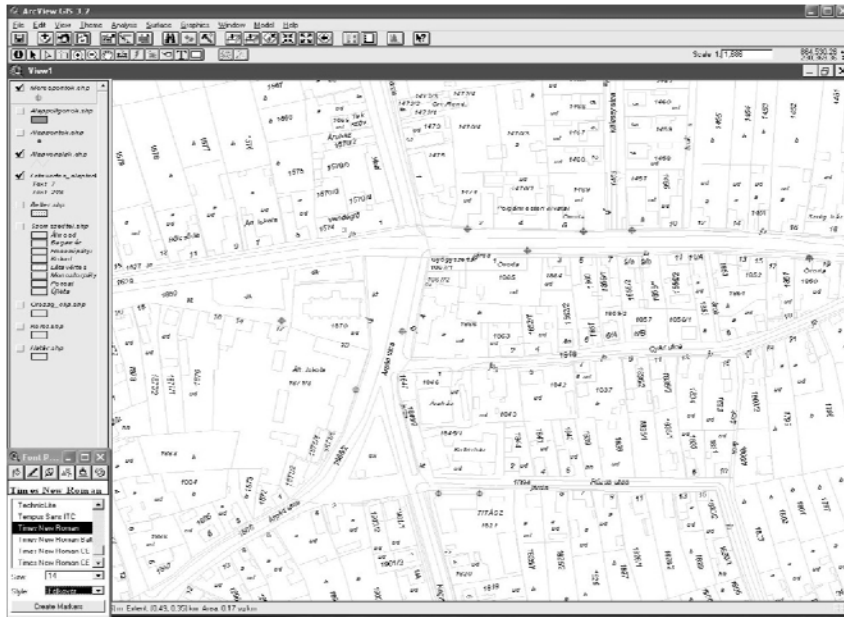


4. ábra Létavértes belterületi térképe a szomszédos hazai településekkel

A pályázat keretében elkészült Létavértes belterületének olyan térinformatikai rendszere, amely tartalmazza az összes telket, lakóépületet helyrajzi szám azonosítóval (5. ábra). Az adatbázisból a középületek, illetve az azokhoz tartozó adatok gyorsan lekérdezhetők. Az adatok utcanéveket, házszámokat és a pályázat különböző kutatási területein nyert adatokat tartalmazzák. Az EOV vetületi rendszerben készült térképek pontjai közötti távolságok pontosan meghatározhatók. Ez nagyon fontos abban az esetben, ha a hőveszteséget akarják számolni a geotermikus energiát szolgáltató kút és a felhasználó önkormányzati épület távolságát ismerjük.

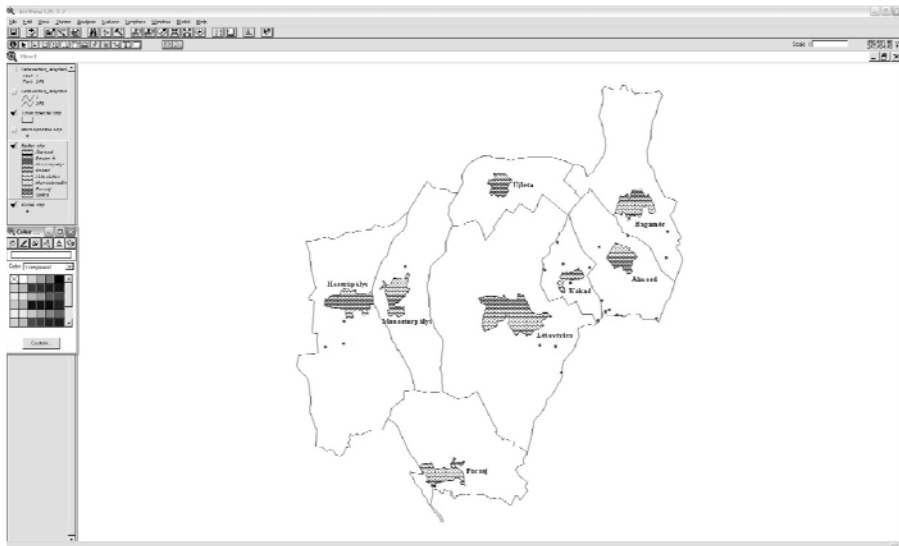
A hőkamerával készített felvételek és a hozzájuk tartozó adatok az egyes épületekről fontos információt szolgáltatnak. Ezek a térinformatikai szoftverekkel lekérdezhetők, illetve táblázatok, képek formájában megjeleníthetők.

Az ArcView szoftverben előállított adatbázis a nyílt forrású QGIS szoftverben is megjeleníthető és bővíthető



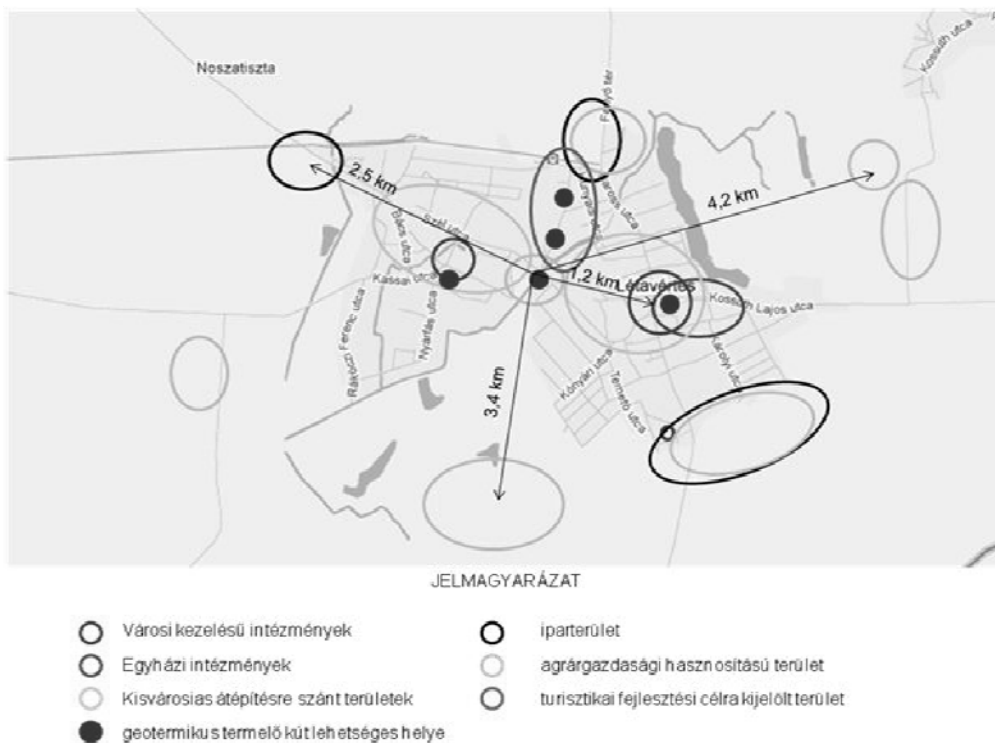
5. ábra Létavértes belterületének részlete mérési pontokkal

A 6. ábra a Létavértes és környékén fűrt Mol-kutak helyének tematikus térképét szemlélteti. Ezek a kutak adataikkal a geotermikus energiakutatóshoz nyújtanak segítséget.



6. ábra MOL-kutak helyzete Létavértes közeli és tágabb körzetében

A geológiai kutatások azt igazolták, hogy a településen és a környezetében a geotermikus energia jól hasznosítható. A geotermikus energia „szállítása” a távolság függvényében veszteséggel jár, ezért célszerű a felhasználási terület közelében kutakat (7. ábra) mélyíteni.



7. ábra A tervezett geotermális kutak tervezett helye

Következtetések

A pályázat lehetőséget nyújtott a geotermikus energia hosszútávú felhasználása maximális hatékonysággal történő kidolgozására. A kutatási eredmények alapján pályázati erőforrással a határmenti, hátrányos helyzetű kisváros energiaköltségei csökkenthetők. A pályázat keretében létrehozott térinformatikai adatbázis tovább bővíthető olyan adatokkal, amely az önkormányzati munkát segíti, és a területi tervezésnél is hasznosítható.

A japán térképi információs szolgáltatások használata magyar szemszögből¹

Dr. Jakobi Ákos

adjunktus, Eötvös Loránd Tudományegyetem, soka@ludens.elte.hu

Abstract: The Japanese society represents one of the most sophisticated usage of ICT tools and one of the highest level of technological development in the World, therefore it is worth to get a closer look on the application of spatial information tools and spatial data in the everyday life of this country. This paper introduces some examples on how spatial information is used in Japan. Additionally, some preliminary results of a pilot survey are presented, focusing on the comparison of the Japanese and the Hungarian geography-related information societies.

Bevezetés

Japán a technológiai fejlődés és az informatikai eszközhasználat egyik legkifinomultabb szintjét képviseli a világon, s így el is várható, hogy széles körben kínáljon lehetőségeket a modernkori információkhoz való hozzáférésre. Az információs társadalom szinte mindenütt kimutatható jelenléte a térbeli adatok változatos hozzáférési lehetőségeit is kibővítette, ami egy hazai kutató számára a közeljövőbe való bepillantás és a „működő” térinformációs technológiákkal való megismerkedés esélyét is jelentheti. Ha talán kissé túlzó is ez az elgondolás, hazai szemmel nézve mindenképpen tanulságos egy olyan környezet megismerése, ahol a térbeli adatok használatát a 21. század legkülönbözőbb technológiai megoldásai a legváltozatosabb társadalmi szükségletek kielégítésével teszik lehetővé.

Téradat-használat a japán információs társadalomban

A japán téradat-kultúra, avagy a területi információkat is hordozó adatközlés az információs és kommunikációs technológiák magas szinten elterjedt használatára épül. Ebben a társadalomban az IKT eszközhasználat nemcsak a közismerten széles – és nemzetközi hírű – kínálati oldal miatt oly fejlett (gondoljunk csak a számos elektronikai termékmárkára), de a lakosság részéről megmutatkozó kereslet oldaláról nézve is. A „működő” információs társadalom egyik ismérve ugyanis az, hogy a társadalom maga támaszt igényeket az információk, a tartalom és a szolgáltatások iránt, s ez Japánban úgy tűnik valódi keresletgeneráló tényező.

Az International Telecommunication Union (ITU) adatai szerint Japánban 2009-ben a lakosság 86%-a, azaz több mint 109 millió előfizető rendelkezett mobil-szélessávú hozzáféréssel, ezzel Japán az Egyesült Államok

¹ A tanulmány a Magyar Állami Eötvös Ösztöndíj támogatásával készült

123 millió előfizetője után (ahol ez a lakosság 39%-át jelenti) abszolút értelemben a második legnagyobb fogyasztói csoportot képviseli. A japán IKT eszközhasználat egyik határozott jellemzője, hogy a lakosság többnyire mobiltelefonok segítségével veszi igénybe az információs szolgáltatásokat, érdekes módon a PC-használat, az asztali gépeken és notebook-okon való Internet-hozzáférés a vártnál alacsonyabb szintű, bár globálisan még igen kedvező. Az ITU által évente közzétett IKT fejlettségi index éppen ezért több szempontot is figyelembe vesz az információs társadalom fejlettségi szintjének becslésekor (részletesebben lásd ITU 2010). A 2008. évre elkészített rangsorok szerint Japán a 159 országra kiterjedő vizsgálat alapján a 8. legmagasabb index-szel rendelkezik. A top tízben, ahol csak európai országok foglalnak helyet, egyedül Dél-Korea szerepel még (3.), mely ország IKT profilja sokban hasonlít Japánéra (ugyancsak jelentős mobil-szélessávú előfizetői arányokkal). Ugyanebben a rangsorban Magyarország a 34. helyen található. Japán esetében vélhetően igaz az a megfontolás, miszerint a nagy mennyiségű információs eszközhasználat, vagy másképpen fogalmazva a lakosság széles körei által rendszeresen használt számítógépek és főleg mobiltelefon-készülékek nagy számai egyszerűen volumenüknél fogva arra sarkallták a társadalmat, pontosabban a kínálati oldal szereplőit, hogy bőséges, és az igényeket kielégítő minőségű, profilú vagy tartalmú szolgáltatásokat fejlesszenek ki. Nem meglepő mindezek után, hogy internetes technológiák segítségével könnyen lehet a mindennapokban ügyeket intézni, vásárolni vagy éppen szórakozni.

Az információs és kommunikációs technológiákra épülő szolgáltatások fejlődése a területi információkat alkalmazó megoldások körét is jelentősen bővítette. A japán „mobil”-társadalom az újfajta „okostelefonok” és a kapcsolódó különféle technológiai vívmányok alkalmazásával a térbeli információk használatához is kezd hozzászokni, köszönhetően a helymeghatározó eszközökkel (pl. GPS-szel) felszerelt készülékeknek. Mióta a helyzeti információ közlése technikai értelemben is egyszerűvé és mindennaposá vált, az erre épülő alkalmazások és szolgáltatások köre is lényegesen kibővült. Az egyik legérdekesebb téradattal dolgozó szolgáltatás a személyi vagy gyalogos navigációs rendszerek (pedestrian navigation systems) megoldásaihoz kapcsolódik (lásd ARIKAWA et. al. 2007). A szolgáltatás végső soron egy mobiltelefonon igénybe vehető tömegközlekedési navigációs és útvonaltervező rendszer, amely a helymeghatározáson kívül a téradatok kifinomult használatára épül. A rendszer hátterét a pontos és precíz japán közlekedési szisztéma alapozza meg, amelyben a menetrendek és a hálózatok térbeli információi nagy mennyiségben és hiteles formában állnak rendelkezésre. Egy pontatlanul működő rendszerben a menetrendekből levezetett itinerek és egyéb térbeli információk végső soron használhatatlanok, a kiszámíthatóan működő rendszerekben azonban gyorsan jelentős felhasználói igény mutat

kozhat. A szolgáltatás népszerűsége az utóbbi években már vitathatatlan, ami olykor a térhasználati szokások megváltozását, sőt alkalmanként a téradatoktól való részbeni függőség kialakulását is eredményezhette. Egy relatíve bonyolult tájékozási rendszerben szerveződött országban az információs éterből kapott téradatok a felhasználó számára igen hasznosnak bizonyulnak, s gyakran előfordul, hogy a felhasználók már teljesen erre az eszközre bízzák magukat. A téradat-kultúra fontos része tehát a téradat-használati és a térhasználati szokások átalakulása.

Ugyancsak a közlekedési rendszer kifinomultságához kapcsolódik a területi információkezelés egy másik szép példája. A Tokiói Egyetem Területi Információs Kutatóközpontjának munkatársai dolgozták ki azt a közlekedési modellező rendszert, amely a tokiói agglomerációban vizsgálja a helyi lakosság ingázási, térhasználati szokásait az áramlási pályák és a forgalmi szokások információira építve (People Flow Project)(lásd USUI et. al. 2010, NAKAMURA et. al. 2010). A modell igazi érdekessége a területi alapinformációkban van. A Tokió környéki közlekedési rendszer elektronikus díjfizetési szisztémában működik, amely rögzíti az utasoknak (az általuk birtokolt chipkártyáknak) a közlekedési hálózatba való belépési helyét és idejét, valamint a rendszeren belüli transzferpontokon való áthaladás pillanatát. Az elektronikus közlekedési díjfizetési rendszer így hatalmas mennyiségű feldolgozható területi információhoz jut a lakosság közlekedési szokásairól. A fent említett modellező rendszer ezen információkat a menetrendek pontos információival kiegészítve tér-idő adatrendszerek kialakítására lett alkalmas, ami pedig a helyi térhasználati szokások, lakossági térpályák elemzését tette lehetővé. Az utazóközönség által hátrahagyott ún. digitális lábnyomok tipikus példái az információs társadalomban újonnan keletkező területi szempontból is releváns információknak. Ezek kihasználása a területi kutatói szakma nagy feladata, a társadalom térbeli működése megértésének új eszköze, amely Japánban már kezdeti alkalmazásra is került.

A társadalom térbeli tartalmú információkkal való kiszolgálása, a hozzáférhető információk téradatokkal átszőtt jellege a felhasználó szempontjából gyakran fel sem tűnik. A Location Aware Computing (helyfüggő számítástechnika) és a Location Based Services (helyfüggő szolgáltatások) megoldásai már széles körben elterjedtek, attól függetlenül, hogy a felhasználó ismeri-e a helymeghatározás lehetőségeit vagy sem. Ez nem is lényeges, hiszen ilyenkor gyakorta automatikus a helyzeti információk továbbítása, ami fontosabb az az, hogy a felhasználó milyen területi információkhoz jut hozzá az adott térbeli ponton, vagy az adott területi objektumhoz kötődően. Az efféle helyfüggő szolgáltatások köre igen széles (pl. információk szolgáltatása a felhasználó környezetéről, a legközelebbi postahivatal elérési lehetőségeiről stb.), továbbá az ezeket igénybevevők köre is tágan mondható, ami ugyancsak a téradat-használat relatíve fejlett szintjét tükrözi. A helyfüggő szolgál-

tatások működtetéséhez pedig rengeteg „helyfüggő”, azaz lényegében térbeli információra van szükség. A megnövekedett információigényt részben a modern adatgyűjtési technológiákat alkalmazó állami vagy magáncégek elégítik ki, részben viszont maga a lakosság lát el ilyen funkciókat, azaz a felhasználói közösség tölt be információszolgáltató szerepet. Az önkéntes (VGI) információs rendszerek a felhasználók által feltöltött információkból építkeznek, s ha egy rendszer kellően sok felhasználót tudhat a háttérben, akkor előbb-utóbb a szabatos professzionális rendszerek használható alternatívája vagy kiegészítője alakulhat ki. A hagyományosnak nevezhető területi információs rendszerek téradat-készletéhez viszonyítva az önkéntes alapon szolgáltatott téradatok száma többszörös is lehet, ami a vizsgált jelenség területi részletezettségének szignifikáns javulását eredményezheti. Japánban erre számos példa található, melyek közül az egyik legközkeletűbb a helyi időjárás viszonyokkal kapcsolatos szolgáltatásokhoz kötődik. A weathernews.jp virtuális közösségi szolgáltatás a hivatalos időjárás információk mellett önkéntességi alapon innovatív időjárás információkat, kvázi saját időjárás-jelentéseket, egyéni méréseket, felhőképeket és egyéb, a közösség számára hasznos adatokat gyűjt össze és rendszerez területi alapon. A kb. 10 millió felhasználó által igénybe vett és végső soron általuk üzemeltetett szolgáltatás jóval több területi adattal működik, mint a szokványos időjárás szolgáltatások többsége. Nyilván mindenkiben felmerül az adatok hitelességének kérdése, ám a felhasználók egyrészt tisztában vannak a közzétett információk megbízhatóságával, másrészt világossá vált, hogy a rendszer hosszabb távon csak akkor működőképes, ha a közzétett információk nem rugaszkodnak el ténylegesen a valóságtól. A japán kultúrára, így a helyi téradatkultúrára is jellemző a „becsületesség”, avagy a virtuális közösségben közzétett adatok adott kereteken belül értelmezhető megbízhatósága.

A térképi információs szolgáltatások használatának összehasonlító vizsgálata

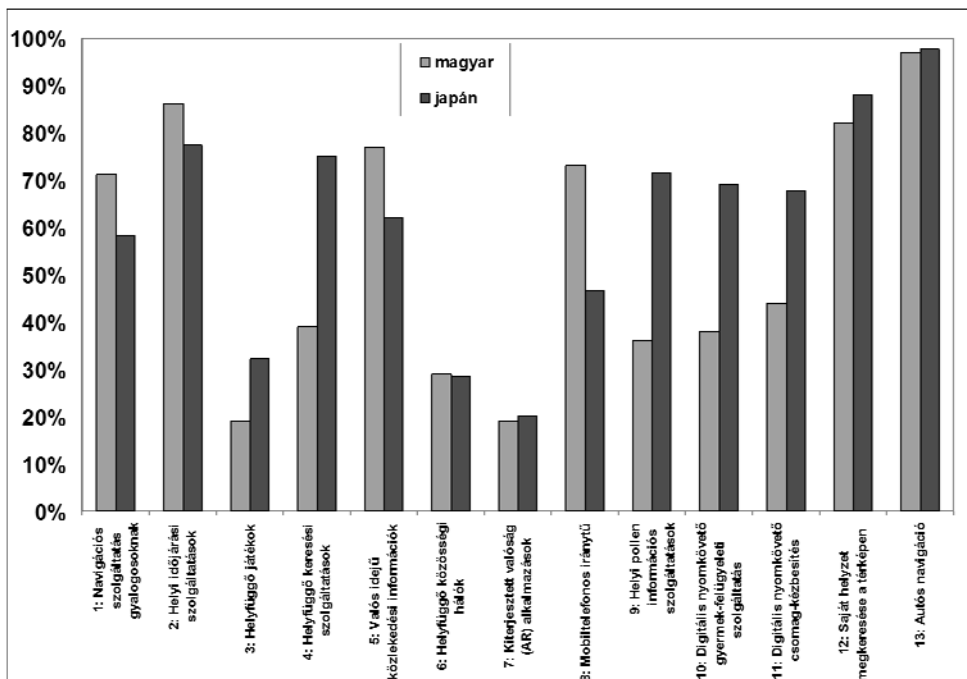
Az információs szolgáltatások, és különösen a térképi szolgáltatásokat is nyújtó információs alkalmazások igénybevétele az utóbbi években világszerte jelentős növekedést mutat. Egyre több szolgáltatás és alkalmazás lát napvilágot, melyek pillanatok alatt ismertté válnak a társadalom szélesebb vagy szűkebb körei számára. A használat azonban nem mindenki számára nyújt egységes lehetőségeket és nem mindenki számára ugyanolyan jelentőségű. Vélhetően ez országonként, társadalmi csoportonként, illetve egyénenként más és más. Ezt a feltevést célozta az a kutatás is, amelyben a japán és a magyar lakosság térképi információs szolgáltatásokkal kapcsolatos ismereteit és szokásait hasonlítottuk össze egy kísérleti, pilot-típusú felmérésben. A kis mintán végrehajtott összehasonlító kérdőíves felmérés általánosságban azt

vizsgálta, hogy miként befolyásolja a térinformatika a japán és a magyar emberek térbeliséghez való viszonyát, térhasználati szokásait, illetve hogy milyen mértékben változtatta meg a térbeli információkhoz való hozzáférés a mindennapjaikat.

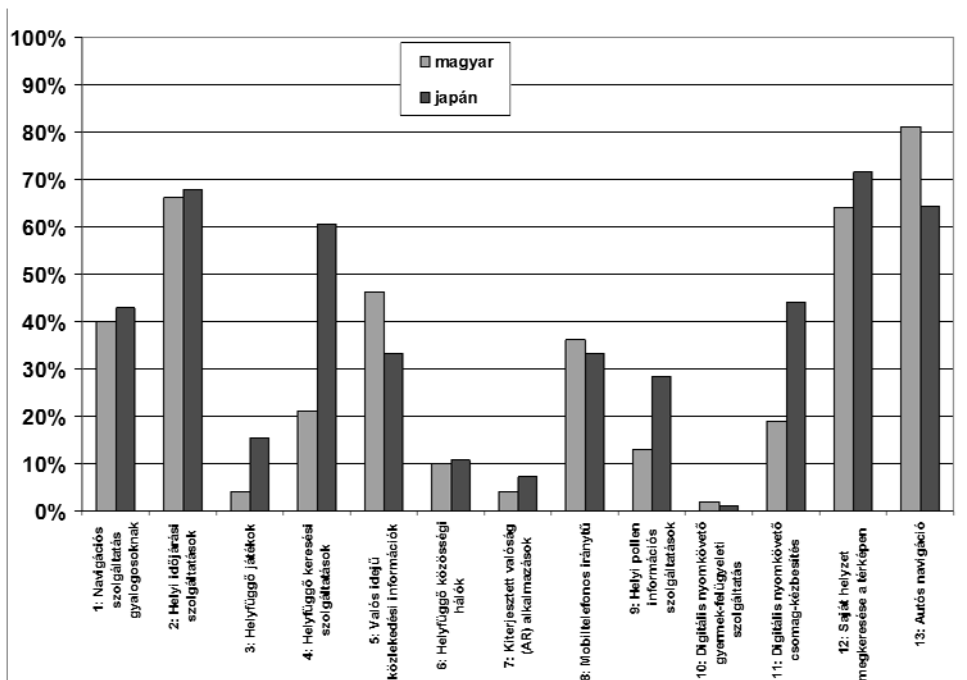
A 2011–2012-ben elvégzett felmérés egy összesen 13 szakmai és további 7 kiegészítő kérdést tartalmazó kérdőív feldolgozására épült, melyet magyar és japán válaszolók egyaránt kitöltöttek. A két ország polgárai számára teljesen ugyanazokat a kérdéseket tettük fel, még annak ellenére is, ha egyik-másik fogalom helyi szinten jóval ismertebb, vagy éppen még ismeretlen, illetve esetleg azonos megfogalmazásban mást jelent. A kutatásnak azonban éppen ez volt a célja, tehát az, hogy a geoinformációs szolgáltatásokról alkotott országok közötti tartalmi, használati vagy más különbségek főbb motívumait megtalálja.

A felmérés során eddig összesen 184 kérdőívet sikerült összegyűjteni, melyből 84 japán, 100 pedig magyar válaszoló adatait tartalmazza (a felmérés jelen tanulmány elkészültének pillanatában még nem zárult le, így a cikkben közölt számadatok csak a részeredményekről tájékoztatnak!). A kérdőíveket papír alapú, illetve online formában is lekérdeztük mindkét országban. A felmérésekben a Tokiói Egyetem Center for Spatial Information Science intézete és a kyotói Ritsumeikan Egyetem Földrajz Tanszéke, valamint az ELTE Regionális Tudományi Tanszéke vett részt. A kutatás – a lehetőségek hiányában – teljes reprezentatív minta kialakítására nem törekedett, ám nyilvánvalóan több oldalról is meg kívánta vizsgálni a kérdést, így a megkérdezettek körét nem szűkítette le egyetlen csoportra sem. A megkérdezettek legnagyobb halmazát a tanulók/hallgatók tették ki, így őket alkalmanként külön csoportként is érdemes volt megvizsgálni.

A kialakított kérdőív három lényegesebb kérdéskörre fókuszált. Az elsőben azt vizsgáltuk, hogy a megkérdezetteknek milyen ismereteik vannak a térképi információs alkalmazásokról és szolgáltatásokról. Az eredmények a japán és a magyar megkérdezettek között hasonlóságokat és eltéréseket is mutatnak (*1. ábra*). Mindkét csoport az autós navigációs alkalmazásokat ismerte a legnagyobb arányban, míg szinte ismeretlenek voltak a kiterjesztett valóság (AR) alkalmazásai. A magyar válaszolók dominánsan többen említették a mobiltelefonos iránytű, vagy a valós idejű közlekedési információkat nyújtó szolgáltatások ismeretét, mely utóbbi eredmény vélhetően a fogalom más magyar és japán értelmezéséből is eredhet. A magyar kategória tágabb alkalmazási köröket is takarhat, míg a japán felhasználók elkülönítetten értelmezik a tömegközlekedési és a közúti, vasúti stb. forgalmi információkat, mivel ez utóbbiakat gyakran a navigációs szolgáltatások integrált részének tekintik, így inkább vélhetően ott jelölik.



1. ábra A térképi információs alkalmazások és szolgáltatások ismertsége a magyar és a japán válaszolók szerint



2. ábra A térképi információs alkalmazásokat és szolgáltatásokat valaha használók aránya a magyar és a japán válaszolók szerint

Az első kérdésben szignifikánsan nagyobb ismertséget mutattak a japán válaszolók körében a helyfüggő kereséssel, a helyi pollen-információkkal, vagy a különféle digitális nyomkövetéssel kapcsolatos szolgáltatások. Ezek a válaszok az LBS némiképp elterjedtebb szintjét sugallják Japánban, bár például a helyi időjárásra vonatkozó információs szolgáltatások mindkét országban igen ismertek.

A második kérdéskör azt vizsgálta, hogy mit és milyen módon használnak a válaszolók a szolgáltatások közül (2.ábra). Az eredmények szerint a magyarok közül többen használtak már autónavigációs, illetve valós idejű közlekedési navigációs szolgáltatásokat, míg a japánok nagyobb arányban említették a digitális nyomkövető, a pollen-információs vagy a helyfüggő keresési szolgáltatások használatát, mely eredmény egybecseng az ismertségről szóló vizsgálat eredményeivel.

1. táblázat A térképi információs alkalmazások és szolgáltatások jelentősége a magyar és a japán válaszolók számára

Térképi információs szolgáltatások, alkalmazások	Egyáltalán nem fontos		Inkább nem fontos		Inkább fontos		Nagyon fontos		Nem válaszolt	
	HU	JP	HU	JP	HU	JP	HU	JP	HU	JP
1: Navigációs szolgáltatás gyalogosoknak	30%	10%	37%	27%	25%	39%	7%	22%	2%	2%
2: Helyi időjárési szolgáltatások	3%	1%	22%	16%	63%	46%	10%	33%	2%	4%
3: Helyfüggő játékok	73%	45%	23%	41%	0%	7%	0%	2%	3%	4%
4: Helyfüggő keresési szolgáltatások	25%	9%	27%	12%	35%	46%	10%	30%	3%	2%
5: Valós idejű közlekedési információk	7%	6%	20%	22%	45%	52%	28%	16%	0%	4%
6: Helyfüggő közösségi hálók	47%	23%	37%	50%	8%	18%	2%	4%	7%	5%
7: Kiterjesztett valóság (AR) alkalmazások	55%	29%	32%	50%	7%	12%	0%	2%	7%	6%
8: Mobiltelefonos iránytű	27%	22%	47%	33%	18%	27%	3%	15%	5%	4%
9: Helyi pollen információs szolgáltatások	32%	17%	30%	33%	30%	35%	5%	12%	3%	2%
10: Digitális nyomkövető gyermek-felügyeleti szolgáltatás	47%	29%	28%	29%	13%	29%	8%	9%	3%	4%
11: Digitális nyomkövető csomag-kézbesítés	30%	12%	30%	24%	28%	43%	7%	18%	5%	2%
12: Saját helyzet megkeresése a térképen	13%	5%	25%	7%	37%	46%	20%	39%	5%	2%
13: Autós navigáció	8%	2%	15%	16%	45%	41%	28%	35%	3%	5%

A vizsgálat harmadik kérdéscsoportjában arra voltunk kíváncsiak, hogy a megkérdezettek milyen véleménnyel vannak a téma jelentőségéről és alkalmazási lehetőségeiről (*1. táblázat*). Az eredmények szerint a magyar válaszolók a közlekedési és a navigációs szolgáltatásokat említették a nagyon fontos alkalmazások között, míg a helyfüggő játékokat, az AR alkalmazásokat, a helyfüggő közösségi hálókat és a digitális nyomkövető gyermekfelügyeleti szolgáltatásokat nem tartják fontosaknak. A japán válaszadók nagyjából hasonló véleményt formáltak a nem fontos alkalmazásokat illetően, míg többnyire igen lényegesnek tartják a helyi időjárás, keresési és helyzeti információs szolgáltatásokat.

A fenti kérdéseken túlmenően a kutatás számos további rész kérdésben vizsgálta a térképi információs szolgáltatások és alkalmazások magyar és japán sajátosságait. Általánosságban nézve feltételezhető, hogy a japán felhasználók esetében valamelyest nagyobb a privát használathoz kapcsolódó, a saját igényeket közvetlenül kiszolgáló, kevésbé közösségi információkon alapuló alkalmazáshasználat. A magyar felhasználók ezzel szemben többet használnak a nem csak egy személyben nekik szóló információs szolgáltatásokat, bár természetesen a többi alkalmazás is jelen van az igénybevett formák között.

Irodalom

- ARIKAWA, M. – KONOMI, S. – OHNISHI, K.* (2007): Navitime: Supporting Pedestrian Navigation in the Real World. *Pervasive Computing*, Vol. 6., No. 3., pp. 21-29.
- ITU* (2010): Measuring the Information Society. International Telecommunication Union, Geneva, Switzerland.
- NAKAMURA, T. – SEKIMOTO, Y. – USUI, T. – SIBASAKI, R.* (2010): A Study on Data Assimilation of People Flow in Kanto Urban Area. *Papers and Proceedings of Asia GIS*.
- USUI, T. – SEKIMOTO, Y. – KANASUGI, T. – SHIBASAKI, R.* (2010): A comparison of person-trip data for five metropolitan areas and performance of spatio-temporal interpolation. *Journal of Infrastructure Planning Review*, Vol. 27., No. 3., pp.569-577.

Eltérő forrású felszínmodellek összehasonlító vizsgálata hazai települések mintáján²

Karika Anita¹

¹PhD hallgató, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatika Tanszék,
karika.anita@gmail.com

Abstract: The Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) digital data is a free spatial data. The Hungarian topography maps (EOTR) are the base data for accuracy analysis of the height models of SRTM. The vertical relation between EOTR and SRTM height data are determined in Hungarian sample area. The analysis are showing differences on flat lands and settlements. The values of differences are showing that the values is shifted by the averages of differences.

Bevezetés, célkitűzés

Napjainkban számos az interneten is elérhető ingyenes adatbázis áll rendelkezésünkre. Azonban ezek az adatforrások számtalan hibát is magukban rejtnek, amelyekkel munkánk során számolnunk kell.

Az SRTM, vagy az ASTER GDEM felületmodellek Földünk felszínéről szolgáltatnak felületmodelleket. Több alkalommal is találkozhatunk ezekkel az adatbázisokkal különböző kutatások során. (SZABÓ G.–SZABÓ SZ. 2010; TIMÁR G. et al 2003; WINKLER P. et al 2006).

Azonban számos esetben nem térnek ki a modellek pontosságára, sokkal inkább elkerülve a kérdéskört alkalmazzák ezeket a felszínmodelleket.

Munkám során az SRTM felületmodellt vizsgáltam EOTR topográfiai térképekkel összehasonlítva, felhívva a figyelmet arra, hogy ez az adatbázis is hibákat rejthet magában, ha nem elég megfontolással és kellő háttér információval alkalmazzuk azokat.

Kutatásunk célja az volt, hogy meghatározzuk, milyen mértékű eltéréseket/hibákat tartalmaz az SRTM felület, illetve az, hogy kimutassuk a beépített területeket a felszínmodellben.

Anyag és módszer

Az SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) adatbázisát a 2000-ben fellőtt Endeavour űrsikló fedélzetén elhelyezett radarberendezés 11 napig tartó felmérése szolgáltatta. 2003 végétől az adatok bárki számára elérhetővé váltak az interneten. (*INTERNETES HIVATKOZÁS 1. 2010*) A felvételek az Egyesült Államok területére 30 méteres, a Föld további részeire 90 méteres felbontásban készültek el. A felvételeknél a vertikális és horizontális pontossági hibákat próbálták kiküszöbölni geodéziai szelvényekkel és a földfelszí-

² Készült a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 támogatásával.

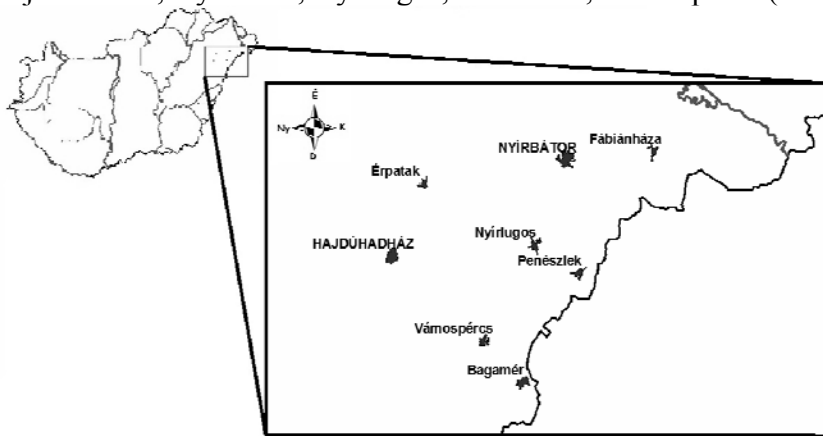
nen elhelyezett fix fényvisszaverő lapok segítségével. (*INTERNETES HIVATKOZÁS I. 2010*)

A vizsgálatom alapját a 1:10 000 méretarányú topográfiai szelvények szolgáltatták, amelyek digitalizált állományából készítettem el a mintaterületek domborzatmodelljeit.

A Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) 2000-ben készített légifotó sorozata alapján történtek a települések, beépített területek és szántóföldek digitalizálása.

Választott mintaterületek

A mintaterületek kiválasztásánál elsődleges cél volt, hogy síkvidéki területeken helyezkedjenek el. A legalkalmasabb területnek ebből a szempontból az Alföld bizonyult, azon belül is a legtöbb mintaterület a Nyírségből származott. Az Alföldön elszórtan, véletlenszerű kiválasztás eredményeként a következő települések kerültek kiválasztásra: Bagamér, Érpatak, Fábianháza, Hajdúhadház, Nyírbátor, Nyírlugos, Penészlek, Vámospércs (1. ábra).



1. ábra Mintaterületen található települések

Az EOTR szelvények alapján elkészült szintvonalas állományokat először TIN, majd GRID modellé alakítottam. Ezeket a folyamatokat az ArcGIS 9.3-as szoftverben végeztem el. Az SRTM adatokat a Global Mapper 12. program segítségével értem el. Azonban a két modell eltérő vetületben állt rendelkezésemre, ezért egységes vetületbe transzformáltam azokat (EOV). Raszteres állományok révén a vetületi transzformációt és a további statisztikai vizsgálatokat az IDRISI Taiga szoftverben végeztem el.

A munkám célja az volt, hogy az említett településeken kimutatható legyen a beépítettség, illetve a nem beépített, szántóföldi, sík területek eltérése az SRTM felszínmodell esetében. Ehhez szükség volt a mintaterületen

elhelyezkedő települések belterületére és környező szántóföldi területek kiterjedésére. Az SRTM felvételei 2000-ben készültek el, így a legalkalmasabbnak a 2000-ben készített légifotók tűntek, amelyekről vetületbe transzformálás után digitalizálhatóvá váltak a települések körvonalai, beépített belterületei, illetve a környező, sík szántóföldi területek. Ezeket szintén az IDRISI szoftverben dolgoztam fel statisztikai módszerekkel. A vizsgálathoz szükség volt a két modell különbségének megállapítására, s majd csak ezután következhetett a típusok (település, beépített terület, szántóföldek) önálló elemzése, összevetése. A különbségeket úgy határoztam meg, hogy a felszínmodellből kivontam a domborzatmodell értékeit. Az alkalmazott statisztikai módszereket ugyancsak az IDRISI szoftverben futtattam. A statisztikai vizsgálatban, a szántóföldek esetében megvizsgáltam az átlagos eltéréseket, ezen értékek alapján korrigáltam az SRTM-magasságokat. SPSS 13 programban boxplot diagramban ábrázoltam a kapott eredményeket. A szántóföldi területek eltéréseit átlagoltam, amelyekkel a különbség értékeket eltoltam. Az így kapott értékekre pedig ismét átlagot és mediánt számoltam, hogy milyen arányú változást okozott az eltolás az egyes esetekben.

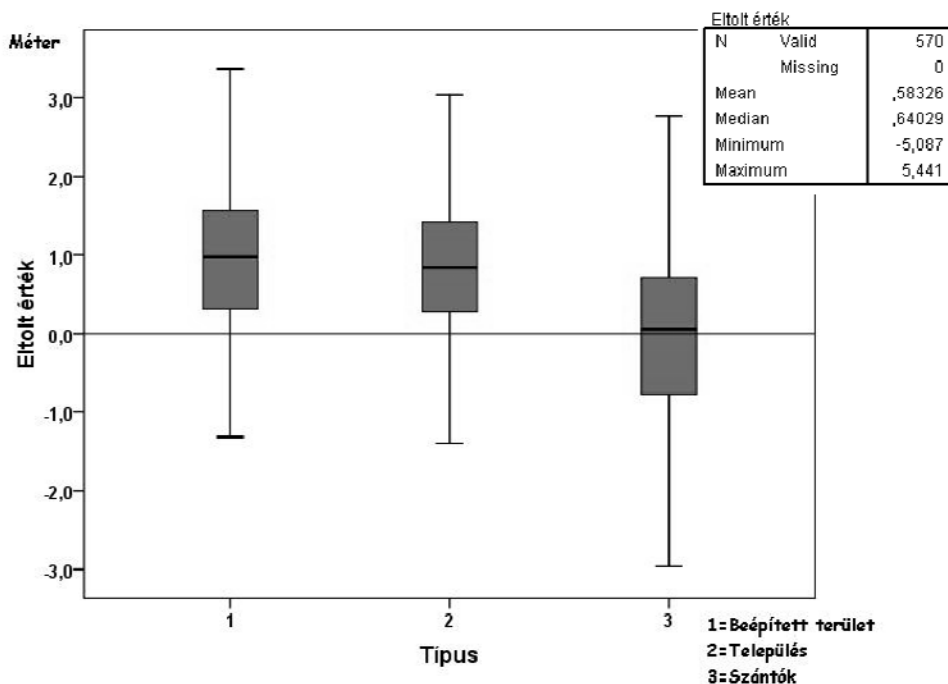
Eredmények

A 8 településre elvégzett vizsgálat statisztikai eredményei azt mutatják, hogy átlagosan az SRTM a szintvonalas állományból készült modellhez képest -2,6 méterrel tér el a szántóföldi területek átlagaitól. (1. táblázat) Az ábrán jól látható, hogy az egyes települések szántóföldi eltéréseinek átlagai jelentősen eltérnek. A legnagyobb eltérést Érpatak esetében figyelhetjük meg -3,624 méteres értékkel, a legkisebbet pedig Nyírbátor település esetében, -2,041 méter.

1. táblázat A szántóföldi területek átlagos eltérései a két modell között a mintaterületeken

Települések	Szántóföldi eltérések átlaga
Bagamér	-2.462
Érpatak	-3.624
Fábiánháza	-2.961
Hajdúhadház	-2.636
Nyírbátor	-2.041
Nyírlugos	-2.44
Penészlek	-2.724
Vámospércs	-2.277
Átlag	-2.645625

Először az egyenként kapott átlagos eltérés értékeket hozzáadtam a települések, beépített területek, illetve a szántóföldi területek különbség értékeihez. Ezeket boxplot diagramon ábrázoltam, amelyeken jól látható, hogy kimutatható a beépített területek kiemelkedése az SRTM modellben (2. ábra).



2. ábra Érpatak település boxplot diagramja az érpataki szántóföldi területek átlagával eltolva

A mintaterületeken végzett statisztikai vizsgálatok eredményeit az eltolásokkal egy táblázatban összesítettem, amelyben a beépített területek, települések, szántók átlagát és mediánját számoltam ki. Az eredményekből kitűnik, hogy a szántók eltolt átlagainál minden esetben 0,000 méteres eltérést kaptam (2. táblázat).

Az eltolt értékek tehát arról tanúskodnak, hogy az eredeti SRTM felszínmodell értékei valóban nem megfelelően voltak kalibrálva a választott mintaterületeken. A fenti táblázatból kitűnik az is, hogy ezek az értékek még csak nem is hasonló torzítási értékekkel bírnak, hanem akár 1,5 méteres eltérés is lehet bizonyos területek között (1. táblázat).

A beépített területek a vártnál kevésbé produkálták az elvárt különbségeket. E területeknek az eltérései 1 méter körül mozognak, amellyel ugyan kimutatható a beépítettség, de a házak esetében nagyobb értékekre számított-

tam. Az eltérést az SRTM 90 méteres felbontása adhatja, amelybe a házak közötti udvarok magassági értékei is számításba kerültek.

2.táblázat Mintaterület településein az eltolt értékeken végzett statisztikai vizsgálatok átlag és meridián értékei külön feltüntetve a beépített területeken, településeken és szántó területeken

Település / Felosztás		Átlag (m)	Medián (m)
Bagamér	Beépített terület	1.091	0.976
	Település	0.882	0.662
	Szántó	0.000	-0.111
Érpatak	Beépített terület	0.936	0.972
	Település	0.831	0.843
	Szántó	0.000	0.060
Fábiánháza	Beépített terület	0.957	1.048
	Település	0.762	0.765
	Szántó	0.000	0.018
Hajdúhadház	Beépített terület	0.772	0.783
	Település	0.751	0.762
	Szántó	0.000	-0.160
Nyírbátor	Beépített terület	1.003	0.922
	Település	0.941	0.858
	Szántó	0.000	0.041
Nyírlugos	Beépített terület	0.435	0.503
	Település	0.361	0.492
	Szántó	0.000	-0.105
Penészlek	Beépített terület	1.300	1.190
	Település	4.349	4.394
	Szántó	0.000	-0.159
Vámospércs	Beépített terület	0.692	0.762
	Település	0.464	0.604
	Szántó	0.000	0.155

Összefoglalás

Az SRTM felszínmodellje és az EOTR domborzatmodellje között eltérő területeken eltérő különbségekkel kell számolnunk. Az eredményeket tekintve ezek a különbségek az 1 métert is meghaladhatják, amely lényegesen nagyobb eltérés, mint például a beépített területek magassági átlagai egy adott területen.

Minden vizsgálatnál, amelyben az SRTM adatbázist alkalmazzák, figyelembe kell venni ehhez hasonló hibaforrást is. Azonban ha ezekkel számolunk pontosabb és biztosabb eredményeket kaphatunk egy-egy kutatás során.

Irodalom

- SZABÓ G. – SZABÓ SZ. (2010):* A Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) során nyert adatbázis pontosságának vizsgálata hazai mintaterületeken. *Geodézia és Kartográfia* 62:(3). pp. 31-35.
- TIMÁR G. – TELBISZ T. – SZÉKELY B. (2003):* Űrtechnológia a digitális domborzati modellezésben: az SRTM adatbázis. *Geodézia és Kartográfia* 55(12) pp. 11-15 ISSN 0016-7118
- WINKLER P. – IVÁN GY. – KAY, S. – SPRUYT, P. – ZIELINSKI, R. (2006):* Űrfelvételekből (SPOT és SRTM) származtatott digitális felületmodell minőségének ellenőrzése a magyarországi nagyfelbontású digitális domborzatmodell alapján. *Geodézia és Kartográfia* 55(12) LVII. évfolyam 2006-2.; pp. 22-32 ISSN 0016-7118

http://sas2.elte.hu/mg/foldkutatas_v3/11radar3srtm.htm

A felszíni csapadék stabil oxigénizotóp-összetételének becslése Magyarországon térinformatikai módszerekkel - előzetes eredmények

Kohán Balázs¹–Kern Zoltán^{2,3}

¹ Tanársegéd, ELTE FFI Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék, balazs.kohan@gmail.com;

² Tudományos munkatárs, Division of Climate and Environmental Physics, University of Bern

³ MTA CsFK, Földtani és Geokémiai Intézet, zoltan.kern@gmail.com

Abstract: An empirical model was developed to infer preliminary picture about the spatial variability of stable oxygen isotope composition of precipitation in Hungary and the adjacent border region. A multivariate regression model was adopted. Initial model used geographical and topographical parameters Residuals obtained from station values after subtraction of the initial model were interpolated into the same GRID using ordinary kriging. Modelled monthly $\delta^{18}\text{O}$ values were compared to three independent monthly resolved local records from the region over the 2008 and 2009 years. Modelled $\delta^{18}\text{O}$ time series largely capture the measured seasonal evolution of the measured $\delta^{18}\text{O}$ records. Moreover the preliminary model was found to reproduce the measured monthly values in particular periods with a surprising precision despite the extremely sparse spatial distribution of the primary input data used for interpolation.

Bevezetés

Az oxigénnek három stabil izotópja van 16, 17 és 18-as tömegszámmal, (jelölésük: ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O). A környezetben leggyakoribb az ^{16}O (99,757%), sokkal kevésbé gyakori az ^{18}O (0,205%), míg a legritkébb az ^{17}O (0,038%) (BERGLUND M. – WIESER M.E., 2011). Amikor a csapadékvíz stabil oxigénizotóp-összetételéről beszélünk jellemzően a legnehezebb és a legkönnyebb izotópok arányát ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) értjük ez alatt. A különféle vízminták, így a csapadék esetében is, a stabilizotóp összetételeket a nemzetközi VSMOW (Vienna Standard Mean Ocean Water) etalonhoz viszonyítva ezrelékben adják meg az ún. delta (δ) jelöléssel:

$$\delta^{18}\text{O} = \frac{{}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O}_{\text{minta}} - {}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O}_{\text{VSMOW}}}{{}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O}_{\text{VSMOW}}} * 1000 [\text{‰}]$$

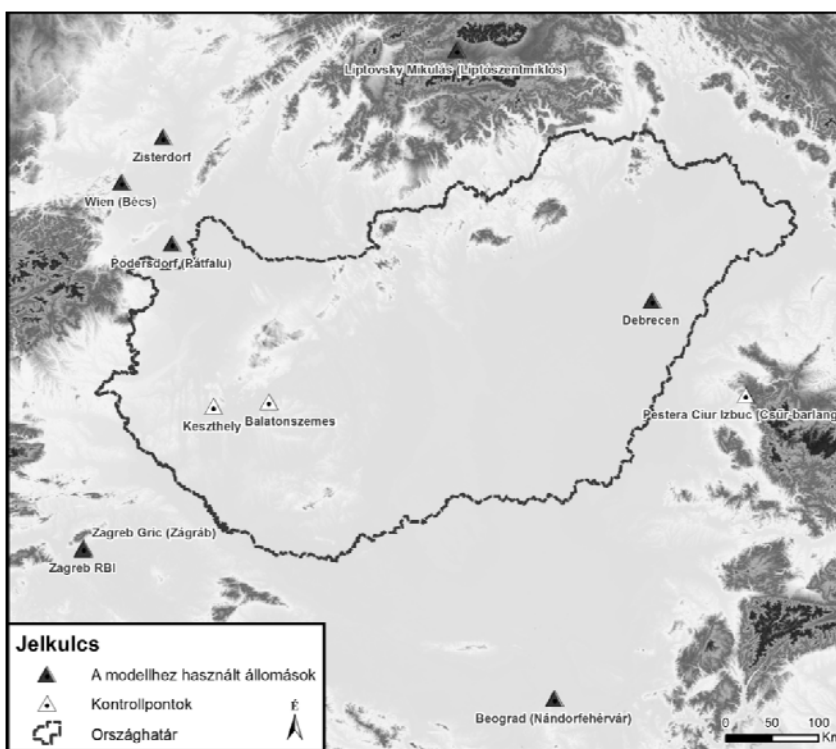
Igazodva a szokásos jelölésekhez, illetve a tömörebb fogalmazás kedvéért a továbbiakban mi is ezt a jelölést fogjuk használni.

A modern csapadékvíz stabilizotóp összetétel térbeli eloszlásának pontos ismerete számos hidrológiai, ökológiai vagy paleoklimatológiai alkalmazás esetén alapvető fontosságú (GAT J.R. 1996, FÓRIZS I. 2003).

Noha a felszíni csapadék stabilizotóp összetételének nagyléptékű térbeli változásait már több mint 40 éve dokumentálták (YURTSEVER Y., 1975), a finomabb léptékű változás feltárására csupán az elmúlt évtizedek alatt fel-

halmozódott mérési adat és a térinformatikai módszerek összehangolt alkalmazása nyithatott lehetőséget.

Bár született a közelmúltban globális modell a csapadék stabilizotóp összetételének jellemzésére (BOWEN G.J.–WILKINSON B. 2002), de regionális szinten a globális trendektől jelentős eltérések lehetnek (BOWEN G.J.–REVENAUGH J. 2003, LONGINELLI A.–SELMO E. 2003). Készült egy regionális GRID is a Kelet-Mediterráneum csapadékának stabilizotóp összetételéről, amely északi peremén hazánkat is befoglalja, de az ország teljes területére, egységesen megadott 8‰-es érték (20%-os bizonytalansággal terhelve!) (LYKODIS S.P.–ARGIRIOU A.A. 2007) a regionális különbségek vizsgálatához a legcsekélyebb mértékben sem szolgáltat használható támpontot.



3. ábra A csapadék stabil oxigénizotóp-összetételének geostatisztikai modellezéséhez használt állomások és ellenőrzőpontok térbeli elhelyezkedése a vizsgálati területen

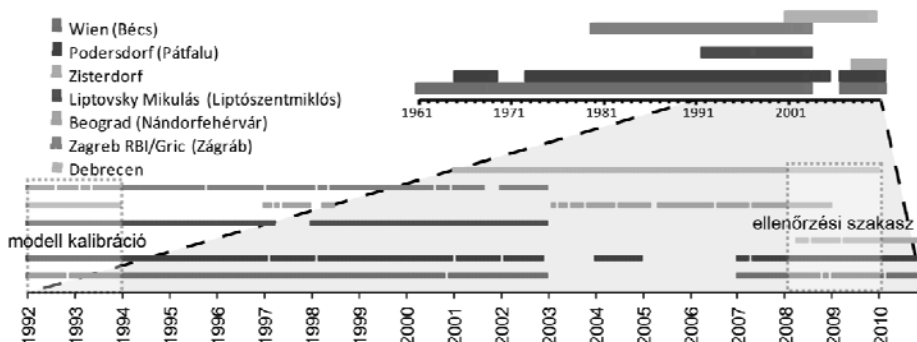
Hazánkban a csapadék stabilizotóp összetételét jelenleg kizárólag Debrecenben mérik (VODILA G. et al. 2011). Ugyancsak kivételesnek nevezhető, a 70-es években Abádszalókon gyűjtött csapadékvízminták több éven át történt mérése (DEÁK J. 2006). Ezek a helyi vizsgálatok rendkívül értékes információkkal szolgáltak a hazai csapadékvíz stabilizotóp összetételéről, ám térbeli (és időbeli) kiterjeszhetőségük ismeretlen.

Tanulmányunkban a hazai felszíni csapadékvízre jellemző $\delta^{18}\text{O}$ értékek térbeli eloszlására kívánunk előzetes becslést adni.

Anyag és módszer

Mintaterület és domborzat

Az országot befoglaló mintaterület sarokpontjainak kijelölésekor a legfontosabb szempont az volt, hogy a szomszédos országokban található lehető legtöbb mérőállomás beleessen. Az állomások koordinátái WGS84 ellipszoidi koordinátarendszerben álltak rendelkezésünkre, de az interpolációhoz és a raszter-alapú számítások elvégzéséhez a szintén WGS84-alapú Globális Mercator vetületi rendszert használtuk. Ebben a rendszerben történt a vizsgálati terület sarokponti koordinátáinak kijelölése is (1. ábra): $X_{\min}=1700000$, $X_{\max}=6300000$, $Y_{\min}=2600000$, $Y_{\max}=5500000$. A részletes $\delta^{18}\text{O}$ térkép és GRID elkészítéséhez a vizsgálati terület 3 szögmásodperc felbontású SRTM (FARR T.G. et al. 2007) adatbázisát használtuk fel, amelyet átmintavételezéssel 100 m-es rácstávolságra számoltunk át. A terület átlagos tengerszint feletti magassága 300 m, ezt a magassági értéket használtuk fel később az állomásadatokat egységes szintre skálázásához.



4. ábra A csapadék $\delta^{18}\text{O}$ összetételét havi rendszerességgel több éven keresztül mérő környékbeli állomások adatainak időbeli eloszlása. A szakadások adathiányokat jelölnek. A geostatistikai modell kalibrációs (1992–93) és ellenőrzési (2008–2009) szakaszát halvány szaggatott téglalapok jelölik.

Alapadatok a területre hulló csapadék $\delta^{18}\text{O}$ értékeire

A csapadék $\delta^{18}\text{O}$ összetételére vonatkozó leghosszabb közeli adatsor Bécsből származik, ahol a mérések 1961-től nagyjából folyamatosak. A csa-

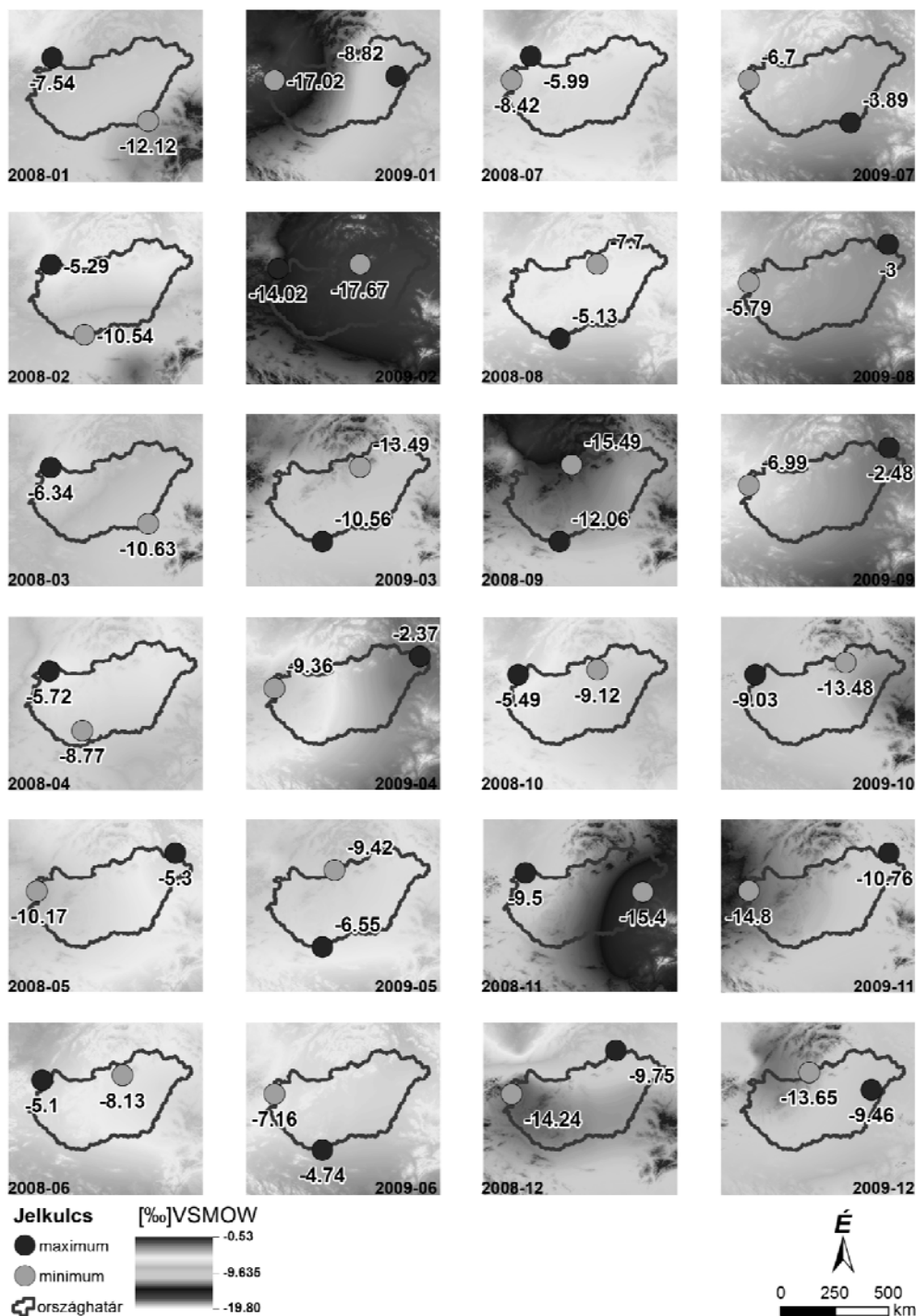
padék $\delta^{18}\text{O}$ értéket rendszeresen észlelő hálózat az 1970-es években épült ki Ausztiában (KRALIK M. et al. 2003), de a hazánk nyugati határvidékén sorakozó állomások még semmiképp nem nyújtanak megfelelő térbeli fedettséget a Kárpát-medence belsőbb területeire vonatkozó interpolációhoz. Az állomássűrűség a későbbi évtizedekben gyarapodott (2. ábra), amikor a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség szervezésében globális megfigyelőhálózat szerveződött (IAEA/WMO, 2010). A felszíni csapadék $\delta^{18}\text{O}$ összetételének interpolációjához a határhoz legközelebb működő osztrák állomások csoportját Zágráb (HORVATINČIČ, N. et al. 2005), Liptószentmiklós (IAEA/WMO, 2010), Belgrád (GOLOBOCANIN D. et al., 2007) és Debrecen (VODILA G. et al. 2011) adataival egészítettük ki (1. ábra).

Az állomások adatainak időbeli eloszlásából kitűnik, hogy sajnos egyetlen olyan év sincs az elmúlt közel húsz esztendőben, amikor mind a hét állomásról rendelkezésre állnának adatok. A modell kalibrálásához ezért még szűkebb alaphalmazra kellett szorítkozni. Kalibrálási időszaknak az 1992-1993 éveket választottuk, mert ekkor alig csonkolja hiányzó havi adat a rendelkezésre álló állomások idősorait. A modell tesztelésére pedig a 2008-2009-es időszakot választottuk, mert ebben a két éves időszakban ugyancsak viszonylag több állomás kínálkozik az interpolált térkép és a GRID elkészítéséhez, valamint a vizsgálati területen belül három helyszínről is rendelkezésre áll független forrásból rövidebb, 5–21 hónapos, mérési adatsor a csapadék $\delta^{18}\text{O}$ értékeire. Keszthely és Balatonszemes adatai SCHÖLL-BARNA G. (2011), míg a Királyerdőben található Csűr-barlang (Peștera Ciur Izbuç) adatai MOLDOVAN O.T. et al. (2011) tanulmányából származnak.

A csapadék $\delta^{18}\text{O}$ eloszlásának regionális geostatistikai modellje

A vizsgált állomások viszonylag szűk magassági tartományba estek, ezért a függőleges izotóp-gradiens (ún. izotóp-hidrológiai magassági hatás) direkt becslésére nincs lehetőség. Az állomásadatok egységes szintre (300 m) skálázásához $-0,002\text{‰/m}$ gradiens értéket használtuk igazodva a vizsgálati terület nyugati (KRALIK M. et al. 2003, LIEBMINGER A. et al. 2006), és keleti határán (FÓRIZS I. et al., 2011) végzett vizsgálatok eredményeihez.

Első lépésben az 1992-1993 évekre vonatkozó csapadékösszeggel súlyozott $\delta^{18}\text{O}$ értékeket 300 m-re skáláztuk, majd a $\delta^{18}\text{O}$ érték kezdeti becslésére megállapítottuk a földrajzi koordinátákkal a regressziós kapcsolatot $a*\text{lat}^2+b*\text{lat}+c*\text{lon}+d$ alakban. A földi léptékű modellezésben a földrajzi szélességet megfelelően elegendő változónak találták (BOWEN G.J.–WILKINSON B. 2002), de a regionális szintű vizsgálatokban értékes prediktornak bizonyult a hosszúság is (LIEBMINGER A. et al. 2006, LYKOUNDIS S.P.–ARGIRIOU A. A. 2007), ezért vettük figyelembe mi is mindkét paramétert.



3. ábra A csapadék modellezett havi $\delta^{18}O$ értéke Magyarországon és közvetlen környékén 2008–2009-ben. Az egyes hónapokban Magyarországra becsült szélsőértékek helyét körök jelölik, feltüntetve az extrém $\delta^{18}O$ értéket.

Ezután a 2008–2009 időszakban minden havi állomásadatot ugyancsak 300 m-es szintre skáláztunk, kivontuk a geostatistikai modell alapján becsült értéket, majd a maradéktagokból a domborzatmodellel egyező felbontású GRID-et interpoláltuk.

A következő lépésben ugyancsak a domborzatmodellel egyező felbontású korrekciós GRID-et készítettünk a geostatistikai modell alapján.

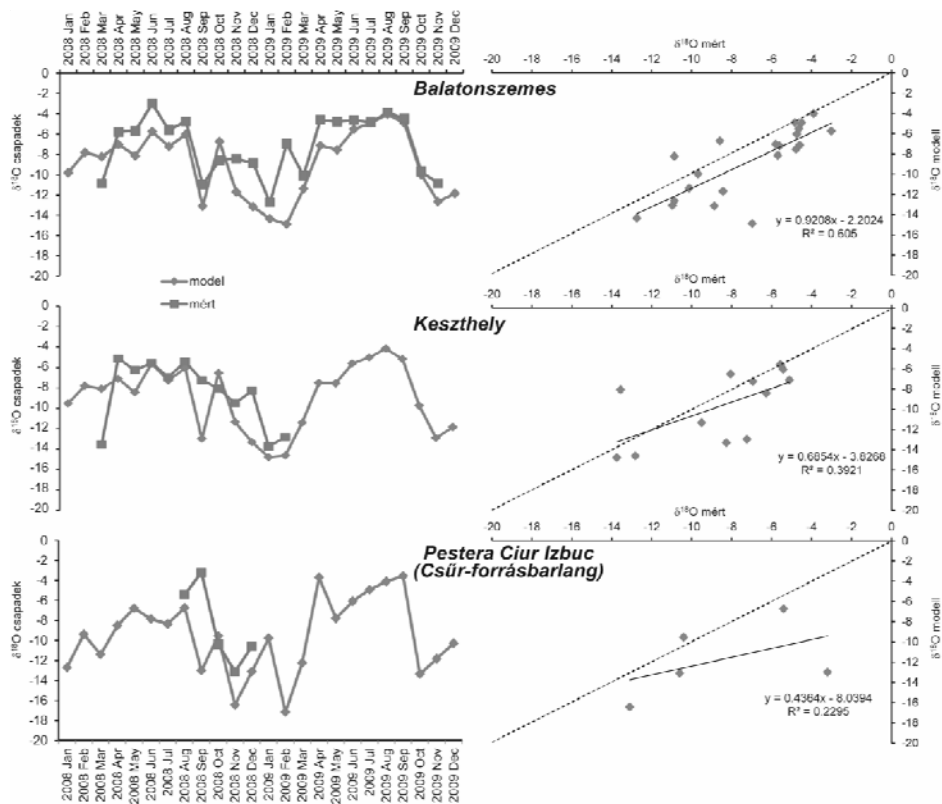
A csapadék havi $\delta^{18}\text{O}$ összetételének becsléséhez a maradéktagokból interpolált GRID-hez hozzáadtuk a geostatistikai modellből levezetett GRID-et, majd ehhez hozzáadtuk az $(\text{SRTM}-300)*(-0,002)$ képlet alapján kapott magassági korrekciót is.

Eredmények és következtetések

Országos szinten a legnegatívabb $\delta^{18}\text{O}$ értékek 2009 februárjában rajzolódnak ki, míg a legkevésbé negatív összetételeket 2009 augusztusában találtuk (3. ábra). A vizsgált két esztendőben a minimum $-17,67\%$, a Mátrában, a maximum pedig $-2,48\%$, a Beregi-síkon található.

Érdemes azonban megjegyezni, hogy a 24 havi modellből 7 esetben (mindegyik évszakban előfordulva) az ország északkeleti szegletébe esik a maximum érték. Ez némiképp váratlan eredmény, és nincs is összhangban a várt izotóp-hidrologiai mintázattal. Gyanúnk az, hogy ez hibás eredmény, és a földrajzi koordináták alapján felállított regressziós modell pontatlanságának számlájára írható. A modell javítása érdekében további állomásokat (pl. Krakkó, Lvov) fogunk bevonni a vizsgálatba, hogy a modell-együtthatók becslését a nagyobb mintaszámmal, és a tágabb térskála felett számítandó együtthatókkal pontosítsuk. Amennyiben a fentebb említett északkelet-magyarországi maximum csupán az előzetes modell hibája, akkor ezt igyekszünk kiküszöbölni.

A földrajzi koordinátákat felhasználó részmodellben sejthető bizonytalanság ellenére meglepően jó egyezést tapasztaltunk a modellezett és a kontrollpontokon mért értékek között (4. ábra). A modellezett értékek jól követik a mérésekkel dokumentált évszakos menetet, sőt sok esetben több egymást követő hónapon keresztül tökéletesen pontosan reprodukálják a mért értékeket. Különösen jó egyezést láthatunk Keszthely esetében 2008 június–augusztus és Balatonszemesnél 2009 július–október időszakokban. A Csűrbarlangnál 2008 szeptemberében tapasztalható jelentős eltéréstől eltekintve a többi modellezett havi adat igen közel esik a mért értékekhez.



4. ábra A csapadék havi $\delta^{18}\text{O}$ összetételének modellezett és mért értékei három kontrollponton a 2008–2009 években. Ezeket az adatokat sem a modell kalibrációjánál, sem a 2008/2009-es havi GRID-ek interpolációjánál nem használtuk. A pont diagramokon az $y=x$ egyenest (azaz a tökéletes egyezést) a vékony szaggatott vonal jelöli.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk Schöll-Barna Gabriellának (MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézet), hogy rendelkezésünkre bocsátotta a K-68343 számú OTKA projekt keretében Balatonszemes és Keszthely állomásokon gyűjtött és mért csapadékvíz $\delta^{18}\text{O}$ adatokat. ZK köszöni az ISO-TREE (Sciex code:10.255.) projekt és az OTKA K67583 támogatását.

Irodalom

- BERGLUND, M.–M.E. WIESER (2011): Isotopic compositions of the elements 2009. Pure Appl. Chem., 83, pp. 397–410.
- BOWEN, G.J.–J. REVENAUGH (2003): Interpolating the isotopic composition of modern meteoric precipitation. Water Resources Research, 39 (10), pp. 1299.

- BOWEN, G.J.–B. WILKINSON (2002): Spatial distribution of $\delta^{18}\text{O}$ in meteoric precipitation. *Geology*, 30, pp. 315–318.
- DEÁK J. (2006): A Duna-Tisza köze rétegvíz áramlási rendszerének izotóp-hidrológiai vizsgálata. Doktori disszertáció, ELTE.
- FARR, T. G. *et al.* (2007): The Shuttle Radar Topography Mission, *Rev. Geophys.*, 45, RG2004, doi:10.1029/2005RG000183.
- FÓRIZS I. (2003): Isotopes as natural tracers in the water cycle: Examples from the Carpathian Basin. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Physica*, 48, pp. 69–77.
- FÓRIZS I.–Z. MAKFALVI.–J. DEÁK.–K. KÁRMÁN.–I. VALLASEK.–M. SÜVEGES (2011): Izotópgeokémiai vizsgálatok a Csíki-medence ásványvizeiben. *A Miskolci Egyetem Közleménye, A sorozat, Bányászat*, 81, pp. 59–67.
- GAT, J.R. (1996): Oxygen and hydrogen isotopes in the hydrological cycle. *Ann. Rev. Earth. Planet. Sci.*, 24, pp. 225–262.
- GOLOBOCANIN, D.–N. OGRINC.–A. BONDZIC– N. MILJEVIC (2007): Isotopic characteristics of meteoric waters in the Belgrade region. *Isotopes in Environmental Health Studies*, 43, pp. 355–367.
- HORVATINČIĆ, N.–I. KRAJCAR-BRONIČ–J. BAREŠIČ–B. OBELIČ.–S. VIDIĆ (2005): Tritium and stable isotope distribution in the atmosphere at the coastal region of Croatia. *IAEATECDOC*, 1453, pp. 37–50.
- IAEA (2010): Global Network of Isotopes in Precipitation. The GNIP Database. www.isohis.iaea.org.
- KRALIK, M.–W. PAPESCH–W. STICHLER (2003): Austrian Network of Isotopes in Precipitation (ANIP): Quality assurance and climatological phenomenon in one of the oldest and densest networks in the world. *Isotope Hydrology and Integrated Water Resource Management, C&S Paper series 23*, pp. 146–149.
- LIEBMINGER, A.–G. HABERHAUER–K. VARMUZA–W. PAPESCH–G. HEISS (2006): Modeling the oxygen 18 concentration in precipitation with ambient climatic and geographic parameters. *Geophys. Res. Lett.*, 33, L05808, doi:10.1029/2005GL025049.
- LONGINELLI, A.–E. SELMO (2003): Isotopic composition of precipitation in Italy: a first overall map. *Journal of Hydrology*, 270, pp. 75–88.
- LYKOURDIS, S.P.–A.A. ARGIROU (2007): Gridded data set of the stable isotopic composition of precipitation over the eastern and central Mediterranean. *J. Geophys. Res.*, 112, D18107, doi:10.1029/2007JD008472.
- MOLDOVAN, O.T.–I.N. MELEG–A. PERŞOIU (2012): Habitat fragmentation and its effects on groundwater populations *Ecohydrology* (in press) doi:10.1002/eco.237.
- SCHÖLL-BARNA, G. (2011): An isotope mass balance model for the correlation of freshwater bivalve shell (*Unio pictorum*) carbonate $\delta^{18}\text{O}$ to climatic conditions and water $\delta^{18}\text{O}$ in Lake Balaton (Hungary). *J. Limnol.*, 70(2), pp. 272–282.
- VODILA, G.–L. PALCSU–I. FUTÓ–ZS. SZÁNTÓ (2011): A 9-year record of stable isotope ratios of precipitation in Eastern Hungary: Implications on isotope hydrology and regional palaeoclimatology. *Journal of Hydrology*, 400, pp. 144–153.
- YURTSEVER, Y. (1975): Worldwide survey of stable isotopes in precipitation: Vienna, International Atomic Energy Agency, Report of the Isotope Hydrology Section, 40 p.

Arborétum adatok térinformatikai nyilvántartása

Dr. Kollányi László¹–Dr. Hanyecz Katalin²

¹Budapesti Corvinus Egyetem Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszék
1118 Budapest, Villányi út 35-43. Email.: laszlo.kollanyi@uni-corvinus.hu

²Budapesti Corvinus Egyetem Szarvasi Arborétum
5540 Szarvas, I. kk. 9. email.: katalin.hanyecz@pepikert.hu

Abstract: The MindMap Arbor is a geographical information system (GIS) based arboretum or plant collection database management software working in a client server or standalone architecture environment. The software follows the most important international nomenclature standards and recommendations (IPNI, BGCI, The Plants etc.). The integrated plant and map database makes it possible the plant database management, selections, editing. The software is also available to keep records of the surveys of plant collections.

Bevezetés

A térinformatika alapszabálya szerint az informatikai rendszerekben tárolt adatok 80 %-a térbeli koordinátákhoz köthető. Az arborétumok, gyűjteményes kertek, városi zöldfelületek és erdőterületek, fák, fasorok nyilvántartására ezért régóta használnak térinformatikai szoftvereket. (ANDREU 2009). Irodalmi adatok alapján az arborétumok növényadatainak nyilvántartására az első számítógépes rendszerek az 50-es években jöttek létre (DAWSON 2005). A térinformatika megjelenésével már a 60-as években létrejöttek az első növénygyűjtemény nyilvántartó alkalmazások (SOPER 1964). A növényadatbázisok nyilvántartása számos nemzetközi szakmai ajánlás, adatbázis modell született (AABGA 1988; HOHN 2007; BTIM 2007). A hazai botanikai adatok egységes nyilvántartására is létrejött a FLÓRA adatbázis (HORVÁTH 1995). Az utóbbi évtizedben az Egyesült Államokban és Németországban számos zöldfelületi városi fakataszter nyilvántartó program jelent meg és terjedt el. (GreenBASE Baumkataster, MultiKAT, ArboPro, ArborAccess). A nyilvántartó programok funkciókészletét tekintve jelentősen eltérhetnek egymástól. A térinformatikai jellegű megközelítés általában megtalálható a programokban (ANDREU 2009), de általánosságban elmondható, hogy a táblázatos adatkezelés oldaláról indultak el a fejlesztések. A térképek, GPS adatok kezelését, a megjelenítést általában külön kapcsolódó modul végzi.

Fakataszter és növénygyűjtemény programok

A fakataszterek növényegyedek adatainak tárolására kialakított programok. Bár ezeket a szoftvereket is növényegyedekhez kapcsolódó adatok tárolására fejlesztették ki az arborétumok dendrológiai adatainak nyilvántar-

tására mégsem használhatók teljes mértékben. A fakataszterek létrehozásának elsődleges célja, hogy elősegítsék a városi zöldfelületek növényállományának kezelését, nyilvántartását. A kataszterek a nyilvántartást, az egészségi állapotot, a fához kapcsolódó fenntartási munkákat és a különböző értékelési módszer szerinti vagyoneértékelést tartalmazzák. A városi fakataszterek nem botanikai/tudományos szempontú megközelítés szerint rögzítik a latin vagy magyar neveket. Általában nem tartalmazzák a szinonimneveket vagy a nevekhez kapcsolódó leírókat. Az arborétum kataszterekkel szemben számos olyan „minőségi” követelmény, nyilvántartási igény is megfogalmazódik, amely nem tekinthető fontosnak hagyományos fakataszterek esetében:

- pontos, naprakész nómenklatura, besorolása a különböző standardok szerint (BGCI, IPNI stb.)
- szinonimnevek, magyar nevek nyilvántartása
- szerzők, leírók, gyűjtők nyilvántartása,
- faegyedek származásának, beszerzési/gyűjtési helyének rögzítése
- honosság, védettség, veszélyeztetettség
- magtermő képesség, génbanki nyilvántartási adatok
- névtábla és címke nyomtatás, vonalkód azonosítás
- Listák, jelentések készítése (Index Seminum, CITES, IUCN, védett növények listája)

A speciális igények és nyilvántartási feltételek miatt az arborétum kataszterek ezért általában egyedi fejlesztésű (ArcGIS, Mapinfo, AutoCAD alapú) térinformatikai alkalmazások. Egyetlen kivételnek a BG-BASE növénygyűjtemény program tekinthető, amely megpróbálja átfogni az összes arborétumok adatbázis kezelésével kapcsolatos összes igényét (nyilvántartás, herbárium kezelés, fenntartási munkák, magcsere stb.). A program fejlesztése 1985-ben kezdődött, a térinformatikai kiegészítő modul AutoCAD Map-hez történő kapcsolás jelenti. A szoftver elsősorban angol nyelvterületen terjedt el. Ára, nehézkes kezelése, felhasználói igényekre szabhatóság, közvetlen térinformatikai kapcsolat, magyar menü és kezelőfelület hiánya miatt Magyarországon csak néhány arborétumban használják.

Arborétumok, gyűjteményes kertek Magyarországon

A gyűjteményes kertek, arborétumok „valójában élő múzeumok, hazánk élő-lélegző örökségének nagy értékű kincstárai. Megtalálhatók bennük ritka, veszélyeztetett fajok, de számos kertészeti változat is, amelyek szépségükön túl gyakorlati hasznot is hajtanak számunkra. A gyűjtemények a biológiai sokféleség megőrzése szempontjából gazdag géntartalékok és génbankok, valamint az ún. ex-situ, vagyis az eredeti élőhelyen kívüli megőrzés, illetve a felszaporítás és a visszatelepítés kulcsintézményei” (KÓSA 2004). A magyar kertek több tízezerre rugó taxon számukkal (Vácrátóton 12.000 faj és

változat van) hatalmas génerő tartalékot jelentenek, történeti kerti, műemléki, természetvédelmi, zöldterületi, kulturális, művelődésügyi értékük a nemzet számára felbecsülhetetlen érték és örökség. Mint összetett és gazdag élőhelyek, zoológiai értékük is nagy.

A taxonok egységes nyilvántartására a hazai szakmai körökben is korán felmerült az igény (HORVÁTH 1995). A gyűjteményes kertekkel kapcsolatosan a Magyar Arborétumok és Botanikus Kertek Szövetsége (MABOSZ) 2004-ben fogalmazta meg ajánlását „... folyamatosan törekedni kell a gyűjtemények lehető legpontosabb meghatározottságára, vagyis az egyes taxonok gondos azonosítására és ezzel párhuzamosan a nyilvántartás fejlesztésére. A korszerű, elektronikus nyilvántartás kiépítése ma már elengedhetetlen. Létrehozatalánál érdemes ügyelni a megfelelő számítógépes program és általa a formátum megválasztására, annak érdekében, hogy adatbázisainkat a szakma és általában az érdeklődők számára könnyen hozzáférhetővé, hazai és külföldi intézmények rendszereivel átjárhatóvá tegyünk. A nyilvántartást érdemes térinformatikai rendszerrel is összekötni, így az egyes egyedekhez koordinátákat is rendelhetünk, csökkentve a tévedés, elkeveredés lehetőségét, és gyorsítva a keresés folyamatát.” (KÓSA 2004). A térinformatikai feldolgozás fontossága már az ajánlásban is kiemelt figyelmet kapott.

A MABOSZ-nak jelenleg 31 hazai arborétum, botanikus kert vagy növénygyűjtemény a tagja. A korábbi ajánlások ellenére az arborétumok jelentős részében csak táblázatkezelő programokban tartják nyilván a fajlistákat. Térinformatikai alapú információs rendszer kivételes esetben található csak botanikus kertben (BCE Budai Arborétum).

A fakataszter felépítése

A MindMap Arbor szoftver a növénygyűjtemények, arborétumok nyilvántartására kifejlesztett relációs adatbáziskezelő (RDBMS) szoftver térinformatikai megjelenítési, szerkesztési, kezelési lehetőségekkel. A szoftver alkalmas az arborétum térképi adatainak (alaptérképek, légifotók, történeti térképek), a növények (egyedi és csoportos) jellemzőinek, valamint a hozzá kapcsolódó adatok és fotók együttes, integrált kezelésére.

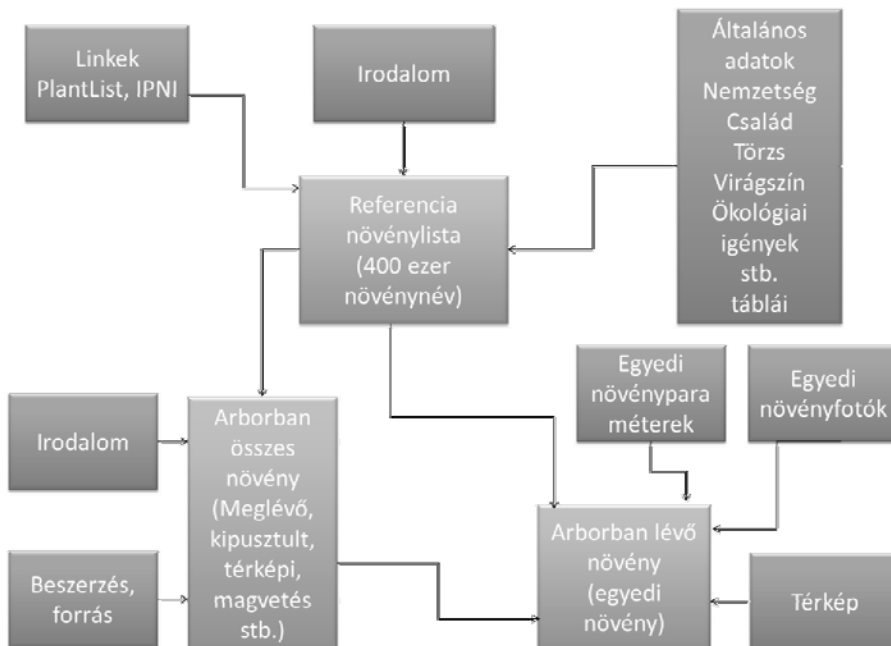
A táblázatos és a térképi és fotó adatbázisok integrálása révén a kapcsolódó adatok gyorsan és egyszerűen lekérdezhetők, megjeleníthetők. Az integrált adatbázis használata bármely „irányból” (térkép, lista, felmérés) elkezdhető.

A MindMap Arbor program alkalmas:

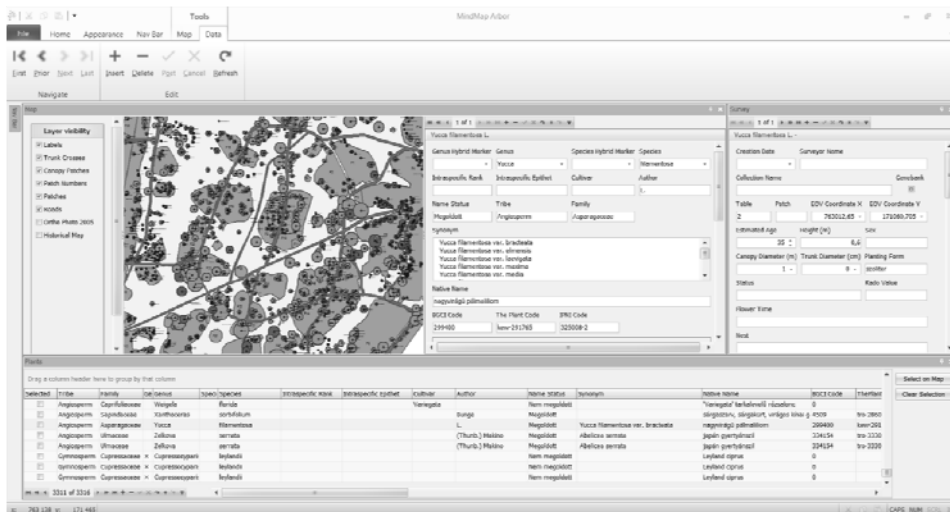
- növénygyűjtemények, arborétumok, kertek, parkok növényállományának nyilvántartására, térképi és táblázatos arborétum fakataszter adatok integrált kezelése.

- vektoros és raszteres (pl. légifotó, történeti térkép) adatok integrált kezelése (EOV, WGS84, Gauss-Krüger stb.)
- a taxonómiai adatok (faj alatti és feletti kategóriák) nyilvántartására, változások kezelésére, adatok felvitelére és lekérdezésére a térképi és a táblázatos adatbázisban,
- védettségi kategóriák nyilvántartására (CITES, IUCN, hazai, stb.),
- elterjedési, földrajzi adatok kezelésére,
- morfológia adatok tárolására,
- ökológiai igények nyilvántartására,
- bibliográfia adatok növényekhez történő kapcsolására,
- időszakonkénti, növényhez kapcsolódó felmérési adatok tárolására
- a tárolt adatokban történő egyszerű vagy kombinált keresésére, a keresési eredmények megjelenítésére
- előre elkészített riportok, lekérdezések kezelésére
- fotódokumentáció kapcsolására,
- évenkénti/időszakonkénti felmérési adatok kezelése.
- méretarányos nyomtatható térképek, táblázatok készítésére
- szabványos adatcserére (dxf, .shp, .mif) export, import.

A program magyar nyelvű kezelőfelülettel rendelkezik.



1. ábra A MindMap Arbor adatbázis szerkezete



2. ábra A MindMap Arbor felhasználói felülete

Az adatbázisban tetszőleges számú növény adatai tárolhatók. Az egyes növényfajokhoz két adatbázis kapcsolódik (általános adatok, felmérési adatok). Az általános jellemzők keretében mintegy 50 paraméter került rögzítésre (név, besorolás, magyar név, ökológiai igény stb.). Az időszaki felmérésekhez kapcsolódó adatok (ilyen több is lehet növényenként) külön adatbázisban kerültek tárolásra (pl. koroanátmérő, magasság, stb.).

A szoftver összetett adatbázist tartalmaz (1. ábra), de kialakításánál az egyszerűen, könnyen használható felületre törekedtünk (2. ábra). A program használata nem igényel külön szakmai ismereteket. A program indítása után a megjelenő felhasználói felületen A térképablak, növényegyed ablaka, a kapcsolódó felmérések ablaka és a növénylista ablak jelenik meg. A könnyű kezelhetőséget a Microsoft Office 2010-ben is használt felhasználói felület segíti elő.

A MindMap Arbor program magát a központi szerveren futó a MSSQL 2008 adatbázis jelenti. A kliens-szerver megoldás lehetővé teszi, hogy az arborétumi növényadatokat egyidejűleg több felhasználó egyidejűleg is szerkeszthesse. A térképi és a táblázatos leíró adatok a szerver oldalán kerülnek tárolásra, így az adatbázis mindig konzisztens és naprakész marad. A gyorsabb adatelérés miatt a program indításakor a térképi rétegek egyszer letöltődnek a lokális gépekre és csak a változások mentése kerül vissza a szerver gépre.

A kliens-szerver megoldás további előnye, hogy az adatmentés, exportálás illetve a helyreállítás egyszerűbbé válik. A kliens oldalon futó MindMap Arbor TCP/IP protokollon keresztül kapcsolódik az adatbázis szerverhez.

A növényadatbázis tartalma

A MindMap Arbor program térképi, táblázatos és fotó adatbázis együttes, integrált kezelését teszi lehetővé. A táblázatos adatbázis tartalmazza a növényfelmérések adatait. (A Szarvasi Arborétumban a geodéziai felmérések eredményeképpen mintegy 3300 fa illetve cserje adata került az adatbázisba.) A növényadatbázis két fő részből tevődik össze. Az első adatbázis tartalmazza a növényegyedekhez kapcsolódó általános információkat. Az általános információk alatt olyan jellemzőket értünk, amelyek állandónak tekinthetünk egy adott növényegyed esetében (pl. név, botanikai besorolás, virágszín, levélszín, ökológiai igény stb.).

A növények számtalan jellemzője azonban az idők folyamán változik (pl. koronaátmérő, törzskörméret). Vannak ezenkívül olyan kezeléssel, növényvédelemmel, egészségi állapottal kapcsolatos jellemzők, amelyeket bizonyos időközönként szükséges növényegyedenként rögzíteni. Az időszaki ellenőrzések adatait a felmérési adatbázis tartalmazza.

Az általános adatbázisban növényegyedenként 49 különböző alapadat került feltüntetésre az alábbi csoportosításban:

- Nevezéktan
- Morfológiai adatok
- Ökológiai igény
- Elterjedési adatok
- Természetvédelmi adatok
- Beszerzési adatok
- Kapcsolódó publikációk
- Felmérések adatai

Nevezéktan

Az arborétumkataszterek specialitása az általános célú fakataszterekkel szemben, hogy a növények nomenklatúrai besorolásának szigorúan követni kell a nemzetközi szabványokat. A latin nevek a botanikai besorolásnak, a különböző nemzetközi szervezetek ajánlásainak (IPNI, BGCI) megfelelően némely növény esetén gyorsan változnak. (Az egy évtizede még Thuja orientalisnak hívott növény neve Biota orientalis-ra változott, majd néhány éve a Platycladus orientalis név vált az elfogadottá).

A növények nevezéktanánál, a szinonimnevek listájánál a több nemzetközi szervezet együttműködésén alapuló „The Plant List” (<http://www.theplantlist.org/>) adatbázist vettük alapul. A botanikai nevek megnevezésénél figyelembe vételre kerültek a „Botanic Gardens Conservation International” (BGCI), illetve a „International Plant Names Index” (IPNI) megnevezéseit is. A magyar növénynevek írásánál, megneve-

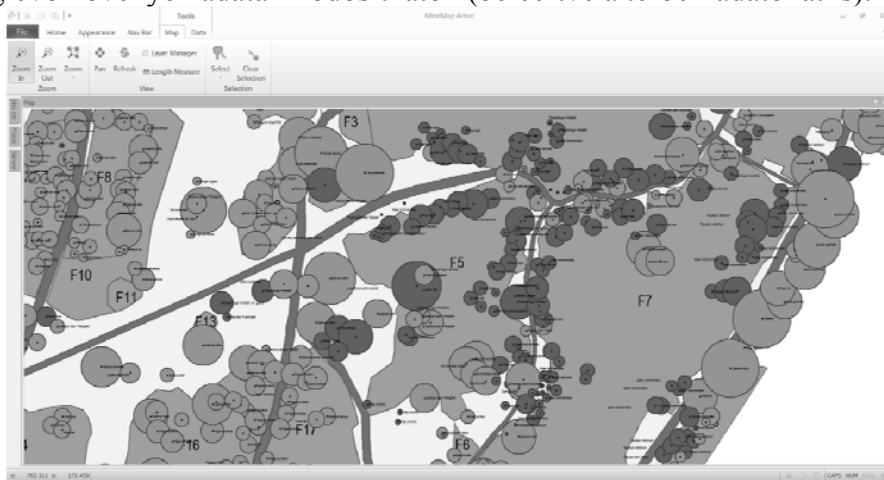
zésénél a Flóra adatbázis, KIRÁLY G. (2007), MÁTHÉ I. (1940) és SOÓ R. (1964–1980) munkái kerültek figyelembe vételre.

Térképi adatbázis tartalma

A MindMap Arbor program a hagyományos táblázatos adatbázis-kezelő programokhoz képest térképkezelési (térinformatikai) funkciókkal is fel van ruházva. A program térképkezelő modulja alkalmas a vektoros és a raszteres térképi rétegek egyidejű kezelésére, megjelenítésére. A térképek integráltan, egységes geoadatbázisban, a MindMap Arbor szerverén kerülnek tárolásra. Az integrált kezelés és a georeferálás eredménye, hogy a térképek EOVS koordináta rendszerben egymáshoz illesztve, egymással fedvénykapcsolatba hozhatók. A vektoros és raszteres térképek megjelenítése tetszőlegesen ki/be kapcsolható a program rétegkezelőjében (Layer Contoll). A szoftver az elterjedt koordináta rendszerek bármelyikét képes kezelni és a fedvények „on-the-fly” módon megjeleníteni.

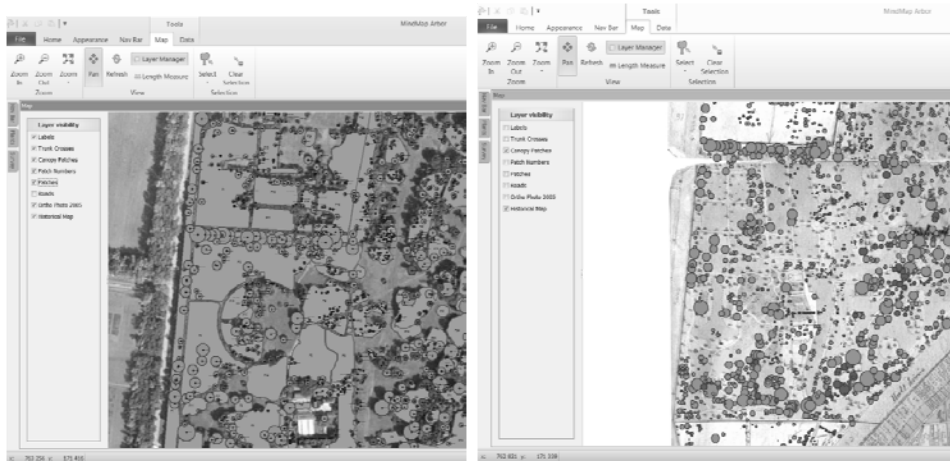
A felhasználók tetszés szerint új rétegeket nyithatnak (pl. telekhatárok .dwg/.shp/.tab) rétege.

A szarvasi adatbázis program alaptérképét, váztérképét az AutoCAD .dwg formátumú geodéziai felmérés jelentette. A geodéziai felmérés rétegei (épületek, utak, árkok, támfalak stb.) tisztítás, foltokká alakítás, poligonizálás után kerültek be a MindMap adatbázisába. Az alaptérképek cserélhetők az adatbázisban (pl. új geodéziai felmérés), de a MindMap programban önállóan nem szerkeszthetők. A szerkesztés alól kivételt képez a növényállomány térképe a lombfoltokkal. Az adatbázis szerkesztésével a növények törölhetők a térképről, új növények vihetők fel az adatbázisba (és a térképre), illetve a meglévő növények adatai módosíthatók (beleértve a térbeli adatokat is).



3. ábra A MindMap Arbor felhasználói felülete (térkép)

A szoftver alkalmas vektoros és georeferált raszteres rétegek (légifotók, történeti térképek stb.) megjelenítésére is.



4. ábra A MindMap Arbor felhasználói felülete (raszteres fevények)

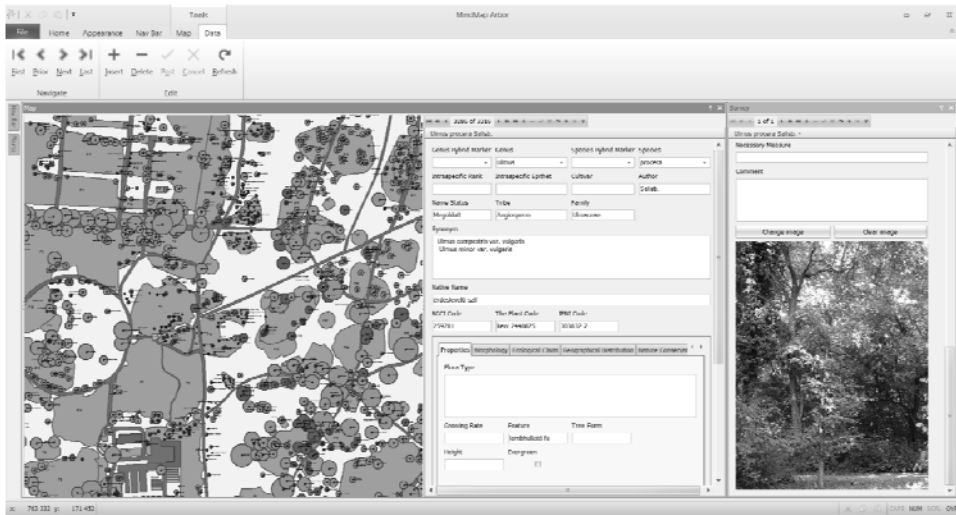
Növényegyedek

A MindMap Arbor programban a növényegyedek táblázatos adatai a térképi szimbólumokhoz, a lombkoronát ábrázoló körökhöz kapcsoltak. A felmérés és az adatbázis építés eredményeképpen mintegy 3300 fás növény adatai kerültek be az adatbázisba, térképre. (Az arborétumban ennél természetesen sokkal több növény található meg), de a zárt erdőtársulások növényei nem kerültek egyedileg felmérésre. A lombkoronafoltok mellette a zárt erdőfoltok kerültek megjelenítésre. Vektoros jellegű rétegek az adatbázisban az alaptérkép, a lombkoronafoltok és a növánycsoportok foltjai. A tetszősebb megjelenítés érdekében a növényegyedek törzsei külön rétegben kerültek ábrázolásra. A növények beazonosíthatóságát a növénynevek (címke) réteg segíti elő.

A vektoros jellegű rétegek megjelenítése mellett lehetőség van raszteres alaptérképek megjelenítésére is. Jelenleg a programban két raszteres térkép van megjelenítve (2000-es légifotó, történeti kataszteri térkép). A felhasználó tetszőlegesen nyithat meg új rétegeket a meglévő térkép „tetejére”. A térképtablak természetesen tetszőlegesen nagyítható/kicsinyíthető, átméretezhető, áthelyezhető. A térképi tartalom szabadon mozgatható. A térképek ki/be kapcsolása a térképtablak oldalán található Layer visibility menüben történik.

A programban az egyedi növényekhez fotódokumentáció kapcsolható. (A fotó természetesen bármely képi dokumentációt jelenthetnek pl. régi rajz, festmény, korabeli fotó stb.). A fotók az időszaki felmérések adatbázisához

kapcsolódnak, mint olyan adatok, amelyek meghatározott dátumhoz, vagy időszakhoz, felmérésekhez kapcsolódóan készülnek. Az arborétum növényállományának jelentős részéről 2010 nyarán elkészült egy faegyedenkénti fotó, amely a fák akkori állapotát mutatja. A több mint 1500 fotó feltöltésre került az adatbázisba.



5. ábra Fotó kapcsolása a felméréshez

A táblázatos adatainak módosítása rendkívül egyszerű. A módosítani kívánt menüpontba kattintva tetszőlegesen átírhatjuk a meglévő adatokat vagy újakkal egészíthetjük az üres mezőket. A programban az egyes növények kiválasztása, adatainak megtekintése több módszerrel is történhet: A kiválasztás történhet a térképen és elindulhatunk az adatbázis oldalról is. A kiválasztás feltételrendszere tetszőlegesen kombinálható (pl. tavasszal virágzó Rosace családba tartozó növények.). A leválogatás eredményeképpen kapott listák növényei a térképen is jelölésre kerülnek.

A növénylistákból a beépített riportozó segítségével tetszés szerinti listák, kimutatások készíthetők. Az arborétum nyilvántartási feladatait segíti elő a növényegyedekhez kapcsolat felmérési adattábla, ahol a növények változó (időponthoz kapcsolódó) adatait tárolhatjuk (pl. lombkorona átmérő, törzsátmérő, egészségi állapot stb.).

Összefoglalás

A Mind Map Arbor program a hazai arborétumok, növénygyűjtemények speciális nyilvántartási igényeire kifejlesztett térinformatikai alapú program. A program több felhasználós környezetben vagy egy gépre telepítve

is működik. Nyilvántartási, nomenklaturai szempontból a szoftver megfelel a nemzetközileg elfogadott szabványoknak, ajánlásoknak, ugyanakkor tartalmazza a hazai előírásokat, védetség kategóriákat, megnevezéseket. A program segítségével nyilvántarthatjuk, módosíthatjuk, kiegészíthetjük, elemezhetjük a növénygyűjtemények adatait. A program alkalmas vektoros és raszteres georeferált adatok és a hozzá kapcsolódó leíró jellegű adatok tárolására.

A térinformatikai adatbázis fejlesztés a Szarvasi Arborétum KEOP 7.3.1.3 pályázata segítségével készült, a kutatási eredmények megjelenítését a BCE TÁMOP-4.2.1.B-09/1/KMR-2010-0005 azonosítójú projektje támogatja.

Irodalom

- AABGA* Computer Information Services Committee. A Guide to the Computerization of Plant Records. Wilmington, Delaware: American Association of Botanical Gardens and Arboretum, (1988)
- ANDREU M. – ERWIN M. BROWN–MELISSA H. FRIEDMAN– ROBERT J. NORTHROP, and MARY E. THORNHILL*, Comparison of Urban Forest Inventory & Management Software Systems, FOR226, University of Florida
- CHENEY, J. –NAVARRO, J. N. –WYSE JACKSON, P. ed.* (2000): Action Plan for Botanic Gardens in the European Union. Scripta Botanica Belgica 19. National Botanic Gardens of Belgium for Botanic Gardens Conservation International.
- DAWSON E. S.* (2005): Selection of Geographic Information Systems (GIS) software for mapping of living plant collections, Thesis, University of Delaware,
- LEADLEY, E. ET GREENE, J. ed.* (1998): The Darwin Technical Manual for Botanic Gardens. Botanic Gardens Conservation International. London, UK
- Integrating herbarium data into a geographic information system: requirements for spatial analysis. Plant data from the Pennsylvania Flora Database developed and maintained at the Morris Arboretum of the University of Pennsylvania. Map prepared by Expert Information Systems, School of Engineering and Architecture, Temple University. 1992
- HOHN, T.* (2007): Curatorial Practices for Botanical Gardens, Altamira Press, ISBN-10: 0759110638
- HORVÁTH F.–DOBOLYI K. Z.–MORSCHAUSER T.–LŐKÖS L.–KARAS L.–SZERDAHELYI T.* (1995): FLÓRA Adatbázis 1.2. Taxon-lista és attribútum-állomány. Flóra Munkacsoport MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete és MTM Növénytár, Vácrátót – Budapest
- KIRÁLY G. (szerk.)*(2007): A magyarországi edényes flóra veszélyeztetett fajai. Saját kiadás. Sopron
- KÓSA G.–TIHANYI GY.–ZSIGMOND V.* (2004): Magyar Arborétumok és Botanikus Kertek Szövetsége (MABOSZ) Szakmai Koncepció - a hazai botanikus ker-

- tek és arborétumok örökölt nehézségeinek felszámolására, illetve a természetvédelemben és a környezeti nevelésben betöltött szerepük kiteljesítésére
- MÁTHÉ I.* (1940): Magyarország növényzetének flóraelemei. Acta Geobot Hung. 3: 116-147.
- MURBACH, D.* (1988): Directory of Computer Use in Plant Record Keeping. Newark, Delaware: University of Delaware, 1988
- SOPER, J.* (1964): Mapping the Distribution of Plants by Machine, Canadian Journal of Botany, Volume 42, Number 8. Ottawa, Canada, The National Research Council, August, 1964
- SOÓ R.* (1964–1980): A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve, I-IV. Akadémiai Kiadó Budapest.
- The Berlin Taxonomic Information Model, (2007)
<http://www.bgbm.org/biodivinf/docs/bgbm-model/>
- The President and Fellows of Harvard College, Plant Inventory Operations Manual First Edition – January, 2010
- WALTER, KERRY S. and O'NEAL MICHAEL J.* History of BG-Base. 2001. <http://rbg-web2.rbge.org.uk>

Szoftverek:

- GreenBASE - Baumkataster http://www.greenx.de/bkt_cont.htm
- MultiKAT Baumkataster <http://www.multikat.de/>
- ArboPro Urban Forestry <http://www.arborprousa.com/>
- ArborAccess <http://www.wcainc.com>
- BG-BASE <http://www.bg-base.com/>

GSM-alapú helymeghatározás

Koppányi Zoltán¹

¹ PhD hallgató, BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék, zoltan.koppanyi@gmail.com

Abstract: The aim of this article is to introduce GSM-based positioning methods. These techniques provide less accuracy than conventional GNSS positioning, but have several advantageous properties compared to satellite-based positioning systems. These properties allow using these techniques in spatial applications, where the GNSS positioning is not available and accuracy need is lower (eg. indoor positioning, mass data collection from network-side, ITS applications, etc.).

In the first part of the paper the bases of functional principles of the GSM network will be presented that is needed in order to discuss the positioning potential of the technology. The paper contains the descriptions of the principle of operation of the *Cell-ID*, *TA*, *RSS-based*, *Angle of Arrival (AoA)*, *Enhanced Observed Time Difference (E-OTD)*, and *Uplink-Time Difference of Arrival (U-TDoA)* positioning methods. These are the most widely used solutions that have different accuracy and therefore different potential use cases. Finally, the advantages of the GSM-based positioning will be shown compared to satellite-based positioning technologies.

Bevezetés

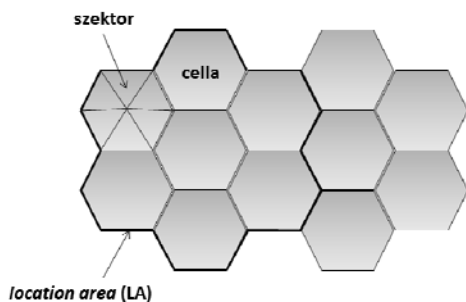
A mobilkommunikációs hálózatok által képviselt helymeghatározási módszerek a hagyományos geodéziai módszerektől eltérőek. Ebben az esetben ugyanis nem egy pozicionálásra kifejlesztett technológiát kívánunk használni, így annak pontossága legtöbb esetben elmarad az e célra kifejlesztett módszerekkel szemben. Azonban ezen technikák nagy előnye, hogy a mögötte található infrastruktúra oly mértékben fejlődött és elterjedt, hogy a benne lévő lehetőségekkel érdemes foglalkoznunk, főleg abban az esetben, ahol a pontossági és/vagy megbízhatósági kérdések alacsonyabbak a hagyományos geodéziai igényeknél. Ilyen területek lehetnek a térinformatika egyes ágai, intelligens közlekedési rendszerek, valamint azon alkalmazások, melyek helyfüggő szolgáltatást kívánnak elérhetővé tenni.

A GSM (*Global System for Mobile Communications*) technológia egy úgynevezett PCS (*Personal Communication Service*) rendszer, azaz elsődleges célja az emberek közötti kommunikáció biztosítása. A kommunikáció során a felhasználók az általuk használt valamilyen mobilkommunikációs eszközzel (terminállal) adott szolgáltató (operátor) hálózatához csatlakoznak. A hálózat feladata a terminálokkal való kapcsolat megteremtése. A GSM egy második generációs (2G) mobilkommunikációs technológia, melyet szabványosítottak. A vezeték nélküli megoldások esetén, ahol azonosítani kell a felhasználót valamilyen kapcsolat kiépítéséhez, a hálózatnak tudnia kell a terminál közelítő pozícióját. Így bizonyos helymeghatározási technikák nem igényelnek különleges hálózati elemeket, más módszerek azonban igen. Ezen technikák nagyobb elérhető pontosságot biztosítanak, azonban külön anyagi ráfordítást kívánnak a hálózat üzemeltetőjétől.

A cikkben röviden bemutatásra kerül a GSM hálózat felépítése és működési elve. A téma csupán a jelen kutatás szempontjából szükséges alapokat mutatja be, a részletek megtalálhatóak a szakirodalomban (HEINE G. 1998; KÜPPER A. 2005). Ezután a lényegesebb GSM-alapú helymeghatározási technikák bemutatására kerül sor. A cikk végén ismertetem a GSM-alapú helymeghatározás előnyeit a GNSS technikával szemben. Ezen előnyök képezhetik a további kutatások alapjait.

A GSM hálózat felépítése és működési elve

A GSM hálózat a lefedett területet cellákra osztja (1. ábra). A technológia ezzel valósítja meg a terület felosztását, azaz a térmultiplexálást. A bázisállomások, melyek tulajdonképpen adótornyok, helye és technikai paraméterei határozzák meg a cellák méretét és helyzetét. Vidéki területeken, ahol kevesebb felhasználó van, a cellák méretei nagyobbak, míg sűrűn lakott területeken kisebbek. A bázisállomásokra több antennát szoktak szerelni, így azok a cellákat szektorokra bontják, minden szektor egyedi cellaazonosítóval (*Cell-ID*) rendelkezik. Bár cellaazonosítóról beszélünk, a gyakorlatban ezek az egyes szektorokat azonosítják.



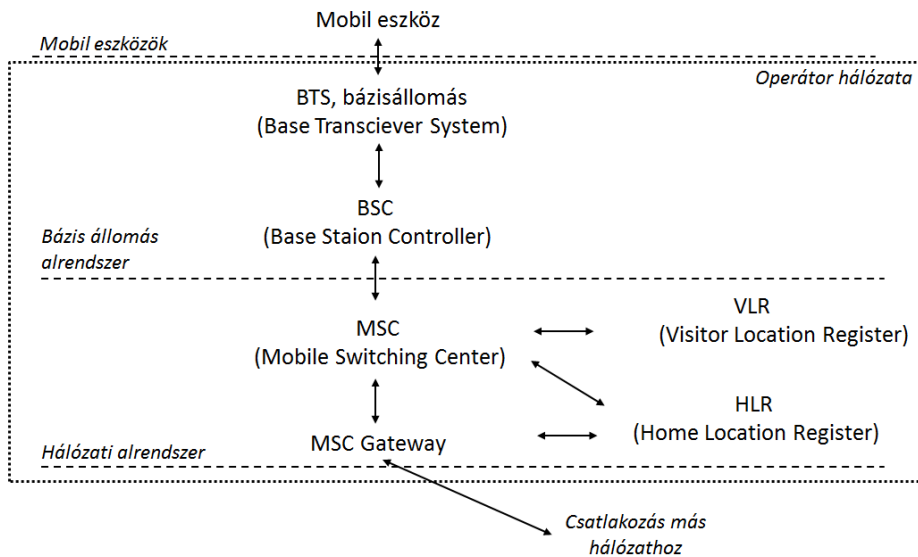
1. ábra GSM, mint celluláris hálózat

Az egyes cellákat nagyobb logikai egységbe, ún. *location area*-ba (LA) foglalják. Ennek előnye, hogy amíg a mobiltelefon nem használja a hálózatot (nincs hívásban), addig elegendő csupán a *location area* azonosítót nyilvántartani. Így az eszközök hálózati alrendszer szintjén történő nyomon követése nem terheli túl (*overhead*) a hálózatot. Azt, hogy hogyan határozza meg a hálózati alrendszer egy hívás esetén, hogy melyik bázisállomás tudja kiszolgálni az adott mobil eszközt, a későbbiekben ismertetem.

A GSM hálózat elemei

A GSM hálózat legkisebb elemei a mobil eszközök (*mobile station*, MS), melyek bázisállomásokhoz csatlakoznak (*Base Transceiver Station*,

BTS). A bázisállomások tulajdonképpen adótornyok, melyekre több irányba néző antennákat szerelnek fel. A BTS feladata a jelek fogadása és küldése a mobiltelefon felé. Mivel ebből a hálózati elemből van a legtöbb, a tervezők felé alapvető elvárás, hogy a lehető legolcsóbb legyen a hálózat létrehozása és üzemeltetése. A bázisállomásokat egy nagyobb egység, az úgynevezett bázisállomás-vezérlő, röviden BSC (*Base Station Controller*) fogja össze, melyre a döntési feladatok nagyobb része hárul. Ezek tulajdonképpen szerverek, melyeket rádióhullámmal, vagy vezetékes vonal segítségével kapcsolnak össze a bázisállomásokkal. Gyakran egy BSC egy *location area*-t határoz meg, de ez nem szükségszerű. Ezek alkotják együttesen a bázisállomás alrendszert (*Base Station Subsystem, BSS*).



2. ábra A GSM hálózat felépítése

A BSC-k egy még nagyobb hierarchia alá rendeződnek, melyet mobil kapcsolóközpontnak, MSC-nek (*Mobile Switching Center*) neveznek (2. ábra). Az MSC-k feladata a BSC-k által lehatárolt kisebb régiók közötti kapcsolatok létrehozása, irányítása. Míg az MSC-k BSC-khez csatlakoznak, addig az MSC Gateway (GMSC) feladata a különböző vezetékes (pl. internet) és vezeték nélküli (pl. más mobilkommunikációs) hálózatokhoz való kapcsolódási lehetőség megteremtése. A GMSC-n keresztül valósítható meg a *roaming* technika, mellyel más hálózathoz tartozó felhasználókat is elérhetünk. Mivel minden belépés és kilépés ezen a ponton keresztül történik, a számlázás is könnyen megoldható a mobil szolgáltatók (operátorok) között. A felhasználók helyének rögzítésére adatbázisokat alkalmaznak, melyek különböző szintjeit valósítják meg a látogatói helyregiszterek (*Visitor Location Register, VLR*) és a honos helyregiszter (*Home Location Register, HLR*).

Minden MSC-hez tartozik egy saját VLR, míg a teljes hálózathoz egy HLR. A bekezdésben ismertetett részegységek alkotják a hálózati alrendszert.

Közeghozzáférés

A kommunikációs hálózatok létrehozása során látnunk kell azt, hogy számtalan felhasználó ugyanazon közeget (médiumot) kívánja használni a kommunikáció lebonyolításához. A GSM hálózat esetén a terminál és a bázisállomások közötti adatcsere a levegőben terjedő vivőhullámok segítségével valósul meg. Ezt a közeget használja a technológia az adatok továbbítására, ehhez próbálnak a felhasználók is hozzáférni. Ahhoz, hogy a telekommunikációs hálózat minél több felhasználót ki tudjon szolgálni, különböző módszerekkel felosztják a rendelkezésre álló közeget. Ezt hívják multiplexálásnak. A korábban ismertetett cellákra és *location area*-kra bontás is egy ilyen módszer, melyet térmultiplexálásnak hívunk.

A frekvenciamultiplexálás során az adott frekvenciasávot osztjuk kisebb részekre (csatornákra). A GSM hálózat különböző frekvencia sávokon sugároz. Eredetileg a 890–900 MHz-es sáv volt használatban, ám később bevezetésre került az 1800 MHz-es sáv is³. A rendelkezésre álló sávokat a technológia tovább bontja 200 kHz-es csatornákra, ugyanis ennél kisebb tartományok esetén már felléphet a vivőhullámok interferenciája (Küpper A., 2005). A GSM technológia a csatornákat fel- (*uplink*) és letöltő (*downlink*) csatornákra bontja. A 900 MHz-es GSM esetén a feltöltő csatorna a 890–915 sávokon, a letöltő a 935–960 sávokon található.

Amennyiben megadjuk a kezdő időpontot és azt, hogy az adott eszköz milyen hosszban használhatja a csatornát, akkor időszeletekre (ún. *slotokra*) bonthatjuk fel azt. Amint lejár egy eszköz számára kiadott időszület, egy másik veheti igénybe a csatornát. Ezt hívjuk időmultiplexálásnak. Az időszeletek biztosítják, hogy több eszköz használjon egy adott csatornát ugyanazon a frekvencián, ezzel növelve a felhasználók számát. A GSM hálózat egy-egy csatornát 8 időszeletre bont.

GSM hálózat működési elve

Ahhoz, hogy két mobil eszköz között kapcsolatot építsünk ki (ez az eset áll fenn hívás esetén), ismernünk kell, hogy az eszközöket az adott pillanatban melyik bázisállomás szolgálja ki. Ehhez a hálózat folyamatosan nyilvántartja, hogy az adott mobil eszköz melyik *location area* alatt található. Azért csak ezt az azonosítót használja, mert ha bázisállomás szinten történne

³ Megjegyzem, hogy Észak-Amerikában ettől eltérő 850 és 1900 MHz-es sávokat alkalmaznak.

az eszközök nyomon követése, azaz cella azonosítókat tartaná nyilván a rendszer, akkor ez jelentős erőforrás igény növekedést eredményezne az első megoldással szemben. Hívás közben, azaz amikor a kapcsolat már kiépült, az eszközök nyomon követésének már bázisállomás szinten kell történnie, vagyis a hálózatnak az adott cella azonosítóját kell ismernie.

A terminál kapcsolt (*connected*) és tétlen (*idle*) módban is folyamatosan méri a közelében található bázisállomások által küldött jelek télerősségét. Kapcsolt módban ezen mérési eredményeket a terminál továbbítja a hálózat felé. A továbbított adatok alapján a hálózat kezdeményezheti a mobil eszköz egy másik cellába való áthelyezését. Ahogy ez megtörténik, a hálózatban rögzítésre kerülnek az új azonosító információk az MSC VLR és a hálózat HLR adatbázisában. Ezt hívjuk *handover* (körzetátadás) eseménynek, azaz amikor a mobiltelefon kapcsolt módban egy másik cellaazonosítót kap. Ezen esemény több okból következhet be, ezek alapján több fajtája ismert, melyek részletezésétől eltekintek. Ezzel szemben tétlen módban, amint a mobiltelefon a környezetében lévő bázisállomások *location area* azonosítójában változást tapasztal, a terminál kezdeményezheti annak megváltoztatását és azt a hálózat fogadja el. Amennyiben a kérés elfogadásra kerül, a *location area* azonosítók a hálózatban MSC szinten a VLR-ben, valamint a HLR adatbázisban kerülnek rögzítésre. Ezt hívjuk *location area update* eseménynek.

Amennyiben a hívás indítása és fogadása ugyanahhoz a MSC-hez tartozó *location area* alatt történik, akkor a kapcsolat kiépítéséhez nem kell az MSC-nek a HLR-hez kapcsolódnia, azt egymaga is képes kezelni. Amennyiben a cél eszköz más MSC-hez tartozó *location area* alatt található, úgy kénytelen ezt a kapcsolatot kiépíteni. Ekkor a HLR-től megszerezhető az az információ, hogy melyik MSC-hez kell továbbítani a kapcsolat kiépítésére vonatkozó kérést. Mivel ekkor még a cél eszköz konkrét cellaazonosítója nem ismert, csupán az, hogy a mobil eszköz melyik *location area*-ban tartózkodik, ezért az MSC-hez tartozó megfelelő BSC (amelyik kezeli az ismert *location area*-t) műsorszórással (*broadcast*) kérést küld az összes alá tartozó bázisállomásnak, hogy azonosítsa a terminált (*paging*). Erre az egyik bázisállomás válaszolni fog, így a kapcsolat kiépíthető.

Helymeghatározási módszerek GSM hálózat segítségével

A következőekben tekintsük át, hogy milyen tulajdonságokkal jellemezhető a GSM alapú helymeghatározás. Ennek során a lehetőségeket a GNSS technikával állítom szembe.

- **Terminál vagy rendszer alapú:** Ez azt jelenti, hogy a helymeghatározás, azaz a pozíció meghatározása, majd annak közzététele történhet mind terminál, mind a hálózati oldalon. A hálózati oldali adatnyerés azt is lehetővé teszi, hogy úgy gyűjtsünk helyinformációkat, hogy ar-

ról esetleg a felhasználó nincs is tudatában. Másrészt viszont úgyis szerezhethünk helyadatokat terminál oldalon, hogy a hálózatot nem készítjük fel erre. Vannak vegyes megoldások, mely során a terminál is és a hálózat is segítséget nyújt egymásnak a minél pontosabb eredmény elérése érdekében (hibrid megoldások). Ezzel szemben a GNSS technika csupán a felhasználó oldalán nyújt koordináta eredményeket.

- **Integrált módszer:** A GSM alapú helymeghatározás integrált módszer, azaz elsődleges célja nem a helymeghatározás. Ez nyilvánvaló, hiszen a hálózat kommunikációs céllal jött létre, bár helymeghatározásra is használható, kiegészíthető. Ezzel szemben például a GNSS rendszereket önállóaknak nevezhetjük, mivel azok elsődleges célja a pozíció szolgáltatása, bár számtalan más célra is alkalmazható (pl. felsőgeodézia, meteorológia, stb.).
- **Celluláris:** Ahogy korábban már láthattuk ez a fajta helymeghatározási módszer celluláris alapú. Ezen tulajdonsága révén a módszerek nagyban hasonlítanak más, hasonló eleven működő hálózatokban megtalálható helymeghatározási elvekre (pl. Wifi hálózatok).
- **Többirányú kommunikáció:** A hívásban lévő mobil eszköz kétirányú kapcsolatot valósít meg, de ahogy azt korábban is láttuk, tétlen módban is lefolyhat ilyen kommunikáció. Ennek révén a hálózat is ismeri a mobil eszköz megközelítő helyét és lehetőség nyílik a felhasználók mozgásának nyomon követésére, mely számos alkalmazást szolgálhat ki (pl. vásárlói szokások felderítése, rendvédelmi, forgalomirányítási, tervezési, tudományos célok, stb.). Ezzel szemben a hagyományos GNSS technológia egyirányú kommunikációt használ, melyet aztán a vevő dolgoz fel.
- **Beltéri és kültéri:** A mobilkommunikációs hálózatok olyan frekvenciatartományokban sugározzák jeleiket, melyek képesek az épületekbe, fedett területekre behatolni. Ennek révén lehetőség nyílik az ilyen területen történő helymeghatározásra is. Ezzel szemben a GNSS technika nem csak fedett területeken használhatatlan, hanem olyan esetekben is, amikor a műholdakra való rálátás korlátozott (pl. városi kanyon hatás).

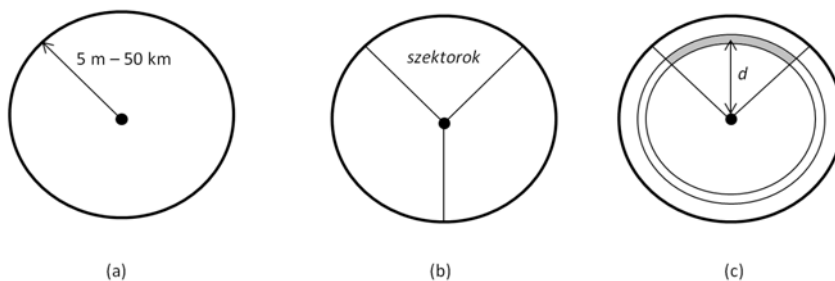
Cellaazonosító és location area alapján történő helymeghatározás

A cellaazonosító alapján történő helymeghatározás megkötéssel bár, de történhet mind hálózati, mind terminál oldalon. Mivel tétlen módban a telefon folyamatosan méri a legközelebbi bázisállomás térerejét, valamint híváskor a cellaazonosítót ismerni kell, ezért azok mindig ismertek terminál oldalon. Amennyiben a hálózat szolgáltatja számunkra (műsorszórással) a bázisállomás koordinátáját, a pozíciónk a cella hatósugarában meghatározha-

tó. Másik lehetőség a bázisállomás koordinátákhöz való hozzáféréshez, hogy létezik egy közösségi adatgyűjtésen alapuló kezdeményezés, melyről a világ minden tájáról találhatunk cellaazonosító-koordinátapárokat (<http://www.opencellid.org>), ám ezen adatok pontossága jelenleg sok esetben megkérdőjelezhető.

A cellák méretei a bázisállomások elhelyezésétől is függenek. Lakott területen sűrűbben kerülnek kihelyezésre, így 50 m-től akár 5 km-ig terjedhet egy antenna hatósugara, míg városon kívüli területen akár 35 km is lehet a cella sugara (Brimicombe A. 2009). Ez tehát megadja a cellaazonosító alapján történő helymeghatározás pontosságát (3. ábra, a). Napjainkban ún. szektorsugárzó antennákat alkalmaznak a korábbi körsugárzó antennák helyett; így egy cellaazonosító egy szektort határoz meg. Amennyiben ismerjük az egyes antennák irányait, a cellaazonosító alapján történő helymeghatározás tovább pontosítható, (3. ábra, b).

Ezen kívül, ha a bázisállomás és a cella közötti távolságot valamilyen módszerrel meghatározzuk, akkor a cellából elméletben a távmérés pontosságának megfelelő méretű körgyűrűt kapunk. Távolságot mérhetünk jelelerősség (*received signal strength*, RSS), vagy TA (*Timing Advance*) érték segítségével az így kombinált megoldás neve *Cell-Id with Timing Advanced*. Amennyiben kiegészítjük ezen adatokat az antennák irányával, egy körszeletet kaphatunk (3. ábra, c); a körszelet vastagsága TA esetén kb. 550 m.



3. ábra Helymeghatározás cellaazonosítóval (a), szektorok irányával (b), és távolság méréssel kiegészítve (c).

A cellaazonosító azonban hálózati oldalon csak kapcsolt módban (*connected mode*) áll rendelkezésre. A *location area* azonosító ellenben mind hálózati, mind terminál oldalon ismert. Az általuk lefedett területek a kisvárosok nagyságrendjében mozognak, ezért ezzel a módszerrel csupán azt tudjuk megmondani, hogy a terminál melyik városban található.

A cellaazonosítók alapján történő helymeghatározás nagy előnye, hogy nem szükséges hozzá a hálózati infrastruktúra nagymértékű kiegészítése, valamint nem okoz többletforgalmat, így használata biztonságos és nem túl költséges. Másik nagy előnye, hogy a pozíció meghatározásához nincs szükség a mobil eszközre telepített speciális szoftverre.

Távolságmérés TA (Timing Advance) érték alapján

A TA érték a GSM hálózatban nem pozicionálási céllal lett kifejlesztve, de felhasználható távolság meghatározásra. Minden terminál, mely egy adott bázisállomáshoz csatlakozik, az időmultiplexálás révén egy adott frekvencián, adott időközönként sugározhat adatokat. Azonban, mivel a terminálok különböző távolságokban találhatók az alatt az idő alatt, míg az általuk elküldött jel a bázisállomáshoz ér, az egy másik, közelebbi terminál által küldött jellel ütközhet. A futási idők alapján (RTT, *round trip time*) a bázisállomás kiszámítja a TA értéket, mely megadja, hogy a terminálnak mennyit kell várakoznia annak érdekében, hogy ezt az ütközést elkerülje. Ez egy 0-63 közötti érték, mely a várakozást adja meg bitben. Egy bit 3,69 ms jelent, azaz a jel terjedéséből (fénysebesség) kiszámítható, hogy egy-egy bit változás 550 métert jelöl. Így például a TA = 2 érték esetén 1100 és 1650 közötti bázisállomás-terminál távolságot adhatunk meg. Így a legnagyobb távolság, amelyet még meghatározhatunk kb. 35 km, és a pontossága 550 m-nek tekinthető⁴.

A TA érték a terminálon azonban csak kapcsolt módban érhető el, ugyanis ekkor zajlik folyamatos kommunikáció a terminál és a bázisállomás között (KÜPPER A. 2005). Hálózati oldalról tekintve azonban „kikényszeríthető” a TA érték meghatározása. Ehhez a hálózatot egy speciális egységgel, az SMLC-vel (*Serving Mobile Location Center*) kell kiegészíteni, mely a teljes helymeghatározási folyamatot irányítja és nem csak TA esetén használható, mint azt később is látni fogjuk. Az SMLC az MSC-n keresztül kéri a mobiltelefon azonosítását és a kiszolgáló bázisállomáson keresztül a TA értékét is. Ha a mobiltelefon kapcsolt módban van, akkor ez az érték rendelkezésre áll, ellenkező esetben lapozással (*paging*) megszerezhető az.

Helymeghatározás jelerősség alapján

A mobil eszközök folyamatosan mérik a bázisállomás által sugárzott jelek térerősségét. A kibocsátott jel (T_x) és a vett jel (*received signal strength*, RSS) közötti különbség a jel vesztesége, amíg a bázisállomástól a terminálhoz eljut. Ez a jelvesztesség több hatás együtteseként jelentkezik (BRIDA P.–CEPEL P.–DUHA L. 2006):

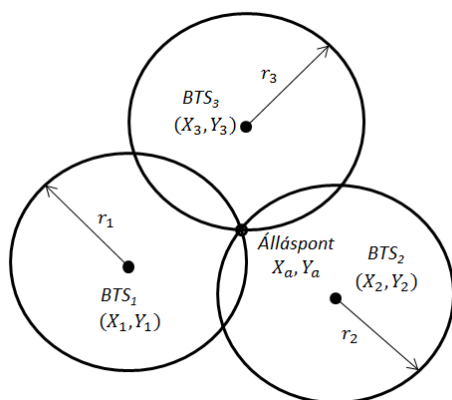
$$RSS = T_x - (L_{LS} + L_{MS} + L_{SS}),$$

ahol T_x , a kibocsátott jel erőssége, L_{LS} , a távolságból, L_{MS} a takarásból, míg az L_{SS} a többutas terjedésből származó tagja. A különböző hatások

⁴ A GSM hálózat cellaméretét erre a távolságra tervezték.

kat modellezhetjük a pontosság növelése érdekében. Az L_{MS} hatását Gauss eloszlásként, míg az L_{SS} hatását Rayleigh többutas csatornás modelljével kezelhetjük. Ezután az L_{SS} érték kifejezhető, melynek értéke már függ a terminál-bázisállomás távolságtól. Ezt a kapcsolatot különböző jelterjedési modellek segítségével hozhatjuk létre. Ilyen modellekből számosat találhatunk a szakirodalomban, kezdve a legegyszerűbb szabad terjedéstől a bonyolultabb, komplex modellekig. Gyakran használt módszer a Hata modell, mely mérési eredményekből levezetett tapasztalati összefüggések.

Amennyiben több bázisállomásnak ismertek a koordinátái, valamint a távolság adatok, akkor a terminál pozíciója számítható. A távolságok ugyanis egy-egy bázisállomás körül egy-egy kört határoznak meg, és ezek metszéspontjában kapjuk meg a pozíciót (4. ábra). Az elérhető pontosság alacsonyabb, mint a később ismertetett időmérésen alapuló módszerek, de az így kapott koordináták pontossága elegendő helyalapú szolgáltatásokban (BRIDA P.–CEPEL P.–DUHA L. 2006).



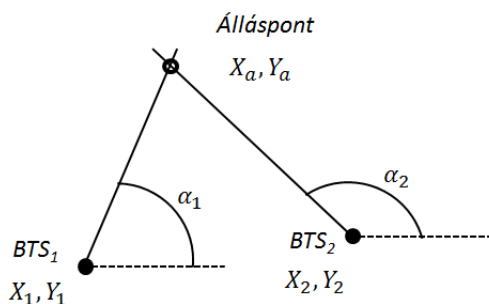
4. ábra Álláspont koordinátáinak számítása távolság meghatározással

A vett jel erősségén alapuló másik módszer, melyet főként Wifi helymeghatározás során szoktak használni, az ún. *fingerpint* módszer. Ennek során bizonyos diszkrét pontokban előre (*off-line* fázisban) kimérjük, vagy modellekből levezetjük az ott érzékelhető összes bázisállomás jelerősségét, melyeket ezután az adott ponthoz rendelünk egy vektor formájában, és térerősség vektornak, vagy ujjlenyomatnak (*fingerpint*) nevezzük. Ezeket az információkat adatbázisba mentjük. A pozicionálás során (*on-line* fázisban) a mérési pontban meghatározzuk a vett bázisállomás jelekből az éppen aktuális térerősség vektort és ezt összehasonlítjuk az adatbázisban található térerősség vektorokkal. Az összehasonlítás alapja lehet például a két vektor valamilyen normában vett távolsága, de történhet valószínűségi alapon, vagy akár neurális hálózatokkal segítségével is (AHRIZ I. et al. G. 2010; CHEN M et al. 2006).

Beérkezési szög alapján (AoA, Angle of Arrival)

A bázisállomásokat olyan antennákkal (pl. tömb antennákkal) szerelhetik fel, melyek esetén az általuk kibocsátott jel térerőssége függ attól, hogy a terminál milyen szög alatt látszik az antennából nézve. Ekkor lehetőség nyílik a terminálból vett jelerősségből (RSS) a távolság és egyéb hibahatásokat eltávolítása után ennek a szögnek a számítására. A távolság hatásának leválasztásához a korábban közölt modellek szolgálhatnak. A több bázisállomáshoz tartozó antennából származó RSS értékeket kivonva számítják ki az antennáktól mért szögeket, melyeket ezután sztochasztikus módon kezelhetünk (DEBLAUWE N.–VAN BIESEN L. 2007).

Miután a szögek meghatározásra kerültek a probléma visszavezethető a geodéziai szakirodalomban is jól ismert előmetszés problémájára (5. ábra).

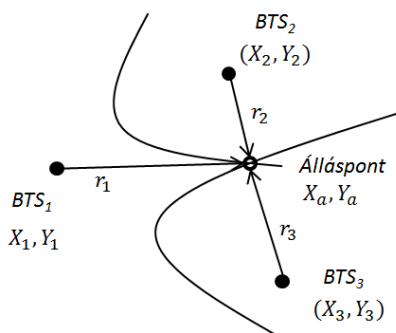


5. ábra A beérkezési szög alapján történő meghatározási feladat

Beérkezési időkülönbségek alapján (E-OTD, Enhanced Observed Time Difference)

Az E-OTD (Enhanced Observed Time Difference) során a jelek futási idejét mérik a terminál és a bázisállomások között, mely az idő multiplexáláshoz használt keretek segítségével valósítható meg. A módszernek két változata van: a hiperbolikus (*hiperbolic* E-OTD), és a kör alapú (*circular* E-OTD). A módszerek elnevezései a koordináta meghatározás módszerére utalnak.

A hiperbolikus E-OTD során két különböző bázisállomásból elvileg egyszerre kiküldött és a terminálhoz beérkező időkeretek időkülönbségei alapján a két bázisállomásnak a termináltól vett távolság különbsége a fénysebesség ismeretében számítható. Három bázisállomás-terminál távolságaiból képzett különbségek hiperbolákat határoznak meg, ezek metszéspontjában található a terminál (6. ábra).



5. ábra Beérkezési idők alapján történő helymeghatározási probléma

A távolságszámításra felhasználható időkülönbséget geometriai időkülönbségnek nevezzük (GTD, *Geometric Time Difference*). Azonban a bázisállomások órái nincsenek szinkronban, így a keretek nem egyszerre kerülnek elküldésre, hanem valamilyen eltéréssel. Ezt az eltérést valódi időkülönbségnek nevezzük (RTD, *Real Time Difference*). Ennek következtében a terminál oldalon a tényleges geometriai időkülönbség megnövekedik ugyanazzal az RTD értékkel, ezt észlelt időkülönbségnek nevezzük (OTD, *Observed Time Difference*). Ezek után felírható a következő összefüggés:

$$OTD = RTD + GTD.$$

Ahhoz, hogy a kifejezésből a geometriai időkülönbség meghatározható legyen, ismernünk kell a valódi időkülönbség értékét. Ehhez a hálózatot a korábban már említett SMLC-n kívül egy újabb egységgel, az LMU-val (*Location Measurement Unit*) kell kiegészíteni. Ennek feladata a bázisállomások időeltéréseinek meghatározása és korrigálása. Ehhez az egység a mobilszközökhöz hasonlóan méréseket végez, ám mivel a geometriai távolság ebben az esetben ismert, így a megfelelő RTD számítható. Az LMU a méréseit az SMLC-hez továbbítja, mely az ezután kiszámítja a megfelelő RTD értékeket. Az SMLC ezután a meghatározott és egyéb kiegészítő adatokat (pl. bázisállomás koordinátákat) eljuttatja a terminálhoz. Ez történhet műsorszórással vagy pont-pont kommunikációval. Az utóbbi esetben lehetőség nyílik arra, hogy a koordinátákat ne a terminál számítsa, hanem a hálózat határozza meg.

A kör alapú E-OTD során a bázisállomás-terminál távolságokat használjuk fel a pozíció meghatározásához, melynek geometriai elve teljesen azonos a korábban már bemutatásra került, a vett jelerősség alapján történő helymeghatározásával (4. ábra). A távolságok meghatározásához a következő kifejezést használjuk fel (Küpper A. 2005):

$$r_i - r_{i,LMU} = c * (t_{i,MS} - t_{i,LMU} + \epsilon)$$

ahol r_i , az i -ik bázisállomás-terminál távolság, $r_{i,LMU}$ az i -ik bázisállomás-LMU távolság, $t_{i,MS}$, az i -ik bázisállomásról a terminálba beérkező keret ideje, míg a $t_{i,LMU}$, az i -ik bázisállomásról az LMU egységbe érkező keret ideje, végül ε , az LMU és a terminál órái közötti eltérés, melyet, mivel a szinkronizáció túl bonyolult lenne, ismeretlenként viszünk be a helymeghatározásba. Több mérés révén ezen ismeretlen értéke meghatározásra kerül, így a bázisállomás-terminál geometriai távolság is számítható. Az adatok feldolgozása, majd azok eljuttatása a terminál felé a korábbiakban közölt módokon történhet.

Feltöltő csatornán mért időkülönbségek alapján (U-TDoA, Uplink-Time Difference of Arrival)

Az U-TDoA egy hálózat-alapú módszer, mely a feltöltő csatornán méri a beérkező időkereteket és azokból számít időkülönbségeket. Így a pozíció meghatározásának geometriai módja azonos a hiperbolikus E-OTD-vel. Ahhoz azonban, hogy a mérés elvégezhető legyen a feltöltő csatornán, a mobil eszköznek kapcsolt módban kell lennie. Továbbá, mivel hívásban a feltöltő csatornán a terminál csupán egy bázisállomással teremt kapcsolatot, ezért ezen a módon csak egy bázisállomás-terminál távolság mérés hajtható végre (KÜPPER A. 2005).

Több bázisállomásra végzett távolság meghatározásához más állomásokra telepített LMU segítségével végzett mérésekkel határoznak meg időkülönbségeket. Az időszinkronizációt az E-OTD során már ismertetett módon oldhatják meg. A tétlen módban lévő telefonokkal is elvégezhető a mérés, ehhez a hálózat nem valódi, hanem ún. *fake handovereket* generál, melyekre a terminál kénytelen válaszolni a feltöltő csatornán és ez az adatfolyam képezi a mérések alapját. Hátránya, hogy fölöslegesen terheli a hálózat erőforrásait. A mérések végül az SMLC-hez kerülnek, mely ezután azokat feldolgozza.

GSM-alapú helymeghatározás előnyei a GNSS technikával szemben

A GSM-alapú helymeghatározás pontossága legtöbb esetben alul marad a hagyományos GNSS technikával szemben. Azonban azokban az esetekben, amikor a pontossági igények alacsonyabbak, a GSM hálózat segítségével történő helymeghatározás számos előnnyel rendelkezik, melyeket az alábbiakban összegzünk. Ezen előnyök számos alkalmazási területen felhasználhatóak, akár kombinálva a GNSS technikával (pl. helyalapú szolgáltatások, tömeges adatgyűjtés).

- A GNSS helymeghatározás nem lehetséges a fedett, vagy olyan területeken, ahol a szabad égboltra való rálátás nincs biztosítva. Ezzel szemben a GSM által használt vivőhullám frekvencia képes ezen terü-

letekre behatolni, így lehetőség nyílik épületen belüli helymeghatározásra is.

- A műholdas helymeghatározási technikák terminál alapúnak tekinthetők, azaz a felhasználó feladata, hogy az infrastruktúra által biztosított módszerek segítségével a mérési eredményeket feldolgozza, ezért nem szükséges kétirányú kommunikáció a hálózat és a terminál között. Ezzel szemben a GSM hálózat lehetővé teszi - azáltal hogy a terminál is képes adatokat küldeni -, hogy a hálózat szervereiről vagy kiegészítve a hálózatot speciális elemekkel, adatokat gyűjtsünk. Az ilyen módon tömegesen gyűjtött adatokat ezután felhasználhatjuk tömegek mozgásának elemzéséhez, mely speciális alkalmazásokhoz biztosíthat helyinformációkat (pl. felhasználható intelligens közlekedési rendszerekben, rendészeti célokra, vásárlói mozgások elemzéséhez stb.).
- A GSM hálózat által nyújtott módszerek lehetőséget teremtenek ún. *durva pozícionálásra*. A mobil eszközökben található GNSS vevők ezen adatok segítségével gyorsabban végezhetik el a helymeghatározást, ugyanis ezen technika számára előnyös, hogyha ismert a közelítő helyzet, így a feldolgozó szoftverek gyorsabban képesek a megfelelő műholdakat azonosítani. Ezt a módszert a szakirodalom A-GPS-nek (*Assisted-GPS*) nevezi.
- Alapvetően a mobiltelefonokban épített GNSS vevők esetén jelentkező probléma, hogy a beépített hardware elemek gyorsan merítik az eszköz akkumulátorait, melyek amúgy is szűkösek. Ezzel szemben a GSM-alapú helymeghatározás kis energiaigényű, valamint helymeghatározási alkalmazástól függetlenül amúgy is használatban van.

Összefoglalás

A cikk röviden összefoglalta a GSM hálózat felépítését és működési elvét olyan mértékben, amely szükséges ahhoz, hogy a helymeghatározási technikák bemutatathatóak legyenek. Ezután ismertetésre kerültek a GSM-alapú helymeghatározási módszerek. A cella és *location area* azonosító, valamint a vett jel erőssége alapján történő pozíció megadás esetén nincs szükség a hálózati oldalon speciális eszközök alkalmazására. Más módszerek, mint a beérkezési szög és az időkülönbségek alapján történő helymeghatározáshoz speciális hardverelem telepítése szükséges a hálózati oldalon. A szög meghatározáshoz speciális antenna, míg az időkülönbségek számításához szinkronizáció szükséges, melyet SMLC-vel és a bázisállomásokra telepített LMU segítségével oldható meg.

A GSM-alapú helymeghatározást a hagyományos GNSS technikával hasonlítottam össze. Bár a műholdas helymeghatározás nagyobb elérhető

pontosságot biztosít, vannak hátrányai, melyek kiválthatóak GSM technikával. Ilyen például, hogy fedett, illetve takart területeken a GNSS helymeghatározás nem alkalmazható, míg a GSM-alapú technikák igen. Ezen kívül az utóbbi módszerek lehetőséget nyújtanak a hálózati oldali adatnyerésre, ezáltal speciális alkalmazások előtt nyílnak utak. A tömeges adatnyerés révén megfigyelhetőek, vizsgálhatóak az emberek mozgásai, melyek felhasználhatóak üzleti, rendészeti, forgalmi, tervezési, irányítási, ellenőrzési, stb. célokra.

Irodalom

- AHRIZ, I.–OUSSAR, Y.–DENBY, B.–DREYFUS, G* (2010): Full Band GSM Fingerprints for Indoor Localization Using a Machine Learning Problem, *International Journal of Navigation and Observation*, 7
- BRIDA, P.–CEPEL, P.–DUHA, J.* (2006): The Accuracy of RSS Based Positioning in GSM Networks, *Microwaves, Radar & Wireless Communications*, 2006. MIKON 2006. International Conference, 1216, pp. 541–544.
- BRIMICOMBE, A.–LI, C.* (2009): *Location-Based Services and Geo-Information Engineering*. John Wiley & Sons Ltd., 392
- CHEN, M.–SOHN, D.–CHEMELEV, D.* (2006): Practical metropolisanscale positioning for GSM phones, *Proceedings of the 8th International Conference on Ubiquitous Computing*, pp. 225-242
- DEBLAUWE, N.–VAN BIESEN, L.* (2007): An Angle Of Arrival Location Estimation Technique for Existing GSM Networks, *Signal Processing and Communications*, 2007. ICSPC 2007. IEEE International Conference, pp. 1527-1530
- HEINE, G.* (1998): *GSM Networks: Protocols, Terminology and Implementation*. Artech House Publishers, 416
- KÜPPER, A.* (2005): *Location-Based Services: Fundamentals and Operations*. John Wiley & Sons, Ltd., 386

MODIS műholdkép alapú vegetáció-monitoring 2000–2011 között

Kovács Ferenc¹

egyetemi adjunktus, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, kovacsf@geo.u-szeged.hu

Abstract: For the dynamic research very good time resolution earth observation remote sensing data are available, having more and more detailed spatial resolution. Throughout a year 12 maximum value composit (MVC) images are available offering good spatial data sampling and it can be used very well in the dynamic analysis even on heterogeneous land use areas on the regional scale. Our opinion is that this is the best possibility to observe the spatial and temporal evaluation of the effects of climate change on the landscape. We propose to develop a regional biomass monitoring, which could apply the methods introduced in this document.

Bevezetés

Az erdő a természeteshez legközelebb álló növénytársulás, annak ellenére, hogy a természetközeli erdők a MÉTA adatok alapján a mintaterületünk 8 %-át teszik ki. A csapadékon kívül a talajvízhez közeli rétegekből nyerhetnek vizet, ezért a tartós szárazság kimutatására alkalmasak. Célunk a természetes vízellátottság megfigyelése volt a Duna-Tisza közti síkvidék erdeire, a 2000–2011 közötti időtartam nyári féléveire (1. ábra).

Kérdés, hogy a bő egy évtized alatt milyen változások ismerhetők fel a biogén tényező jellemzőiben? Az eredmények bemutatathatják a megváltozott klimatikus viszonyok miatt bekövetkező felszíni folyamatokat. Vizsgálataink a korábban, kisebb tér- és időbeli felbontásban készült elemzésünk (KOVÁCS F., 2008) folytatását képezik.

A képiértékelés előkészítése

A nagy időfelbontással bíró MODIS felvételekre mindenképpen szükségünk volt a vegetációs dinamika kiértékeléséhez. Az USGS Data Pool adatbázisából letölthető, 250 m-es részletességű, 16 napos összegzésű vegetációs index képeken (NDVI, EVI indexek) a CLC50 térkép alapján határoltuk le az erdőterületeket.

A Duna-Tisza közének rendkívül heterogén területhasználata miatt alapvetően háromféle felszínfedettség elemzésére került sor. A kis geometriai felbontású képek cellái közül csak az ún. „mintapixel”-ket, azaz a szempon-tunkból fontos felszínfedettség által legalább 60–65%-ban fedett pixeleket figyeltük meg. Az erdők osztályát lombhullató, tűlevelű és vegyes erdő kategóriák alkotják 65.72 ha, 23.93 ha és 37.15 ha területi értékekkel. Így mintaterületünkön 14 %-os erdősültségről beszélhetünk.

Előfordulhat, hogy csak a fakivágás, illetve a természetes fanövekedés miatt kapunk kisebb-nagyobb vizsgálati biomassza-értékeket. A nagy területet érintő változásokat az 1:100.000 alapú CLC2000 és 2006 évek közötti térképezések alapján tudtuk elvégezni, ami pontatlanabb, mint a CLC50 alapú lehatárolás, ezért tájékoztató jellegű. 2000–2006 között a változás mértéke összességében 24% (legalább 10%-os változást –min. 6250 m² – tekintve). A csökkenés a mintaterületünk 14,4%-át érinthette, ekkor a korábbi erdő teljes mértékben átmeneti erdős-cserjés folt lett. A növekedés 8,3%-ot ért el, amely teljes egészében az erdős-cserjés megnövését jelenti. A cellák 1,5%-ában csökkenés és növekedés is előfordulhatott. A felszínfedettségi változások térbeliségét az eredmények pontosításánál figyelembe vettük.

A növényzet számára fontos csapadékeloszlást szem előtt tartva a vizsgált 12 éves időtartamon belül hét évben hullott az átlagosnál kevesebb csapadék (2. ábra). Az 1999. évnél, a 2004–2006-os időszaknak, illetve 2010-nek köszönhetően az utóbbi 50 évre vonatkozóan nem jellemző a csökkenő trend jelleg. 1999 és 2010. év kiemelkedő, és koncentrált csapadéértékei statisztikailag sok mindent kiegyenlíthetnek, de földrajzi hatásait tekintve egy-egy év nem szüntethet meg hosszabb szárazodó folyamatokat.

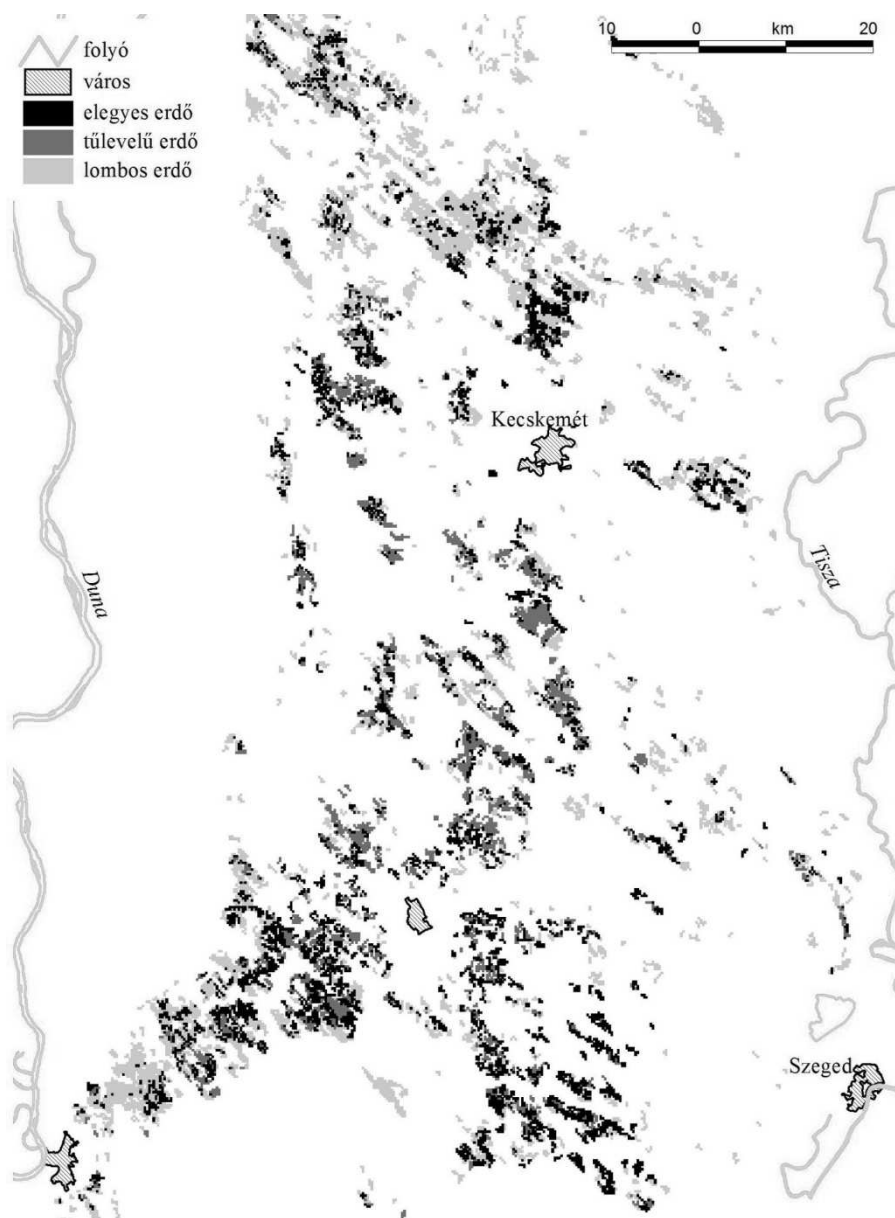
A vízhiány problémájára jellemző, hogy 1999 előtt és után is 3-4 száraz év figyelhető meg, illetve 2011-ben is a megszokott csapadék egy része hullott csak le. Alapvetően rossz időszak a 2001 októbertől 2004 februárig, illetve 2006 szeptemberétől 2008 májusáig terjedő idő. 2004 márciustól 2006 szeptemberig, illetve 2009 novembertől 2011 januárig jó vízutánpótlással bíró hónapokat találunk.

A vizsgált időszak NDVI és EVI képei alapján úgynevezett átlagprofilokat készítettünk az egyes felszínfedettségi osztályokra. Az átlagprofiloktól, mint a normál állapotot jellemző referenciaszinttől való eltérés időbeli és térbeli vizsgálata kifejező lehet a vegetációs dinamika alakulásában (3. ábra).

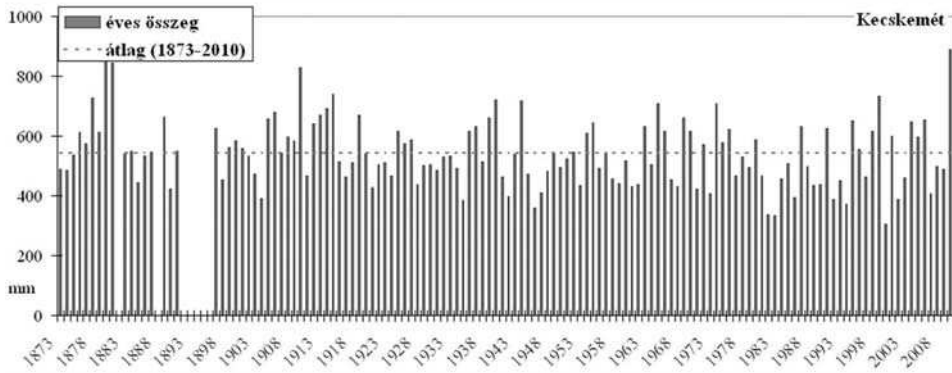
A vegetáció állapotának jellemzése az 2000–2011 közötti időtartamban

Az EVI, NDVI havi átlagokat tartalmazó adatsorban jellemzően legkisebb értékekkel a fenyőerdő rendelkezik; a különböző fajok görbéi hasonló futásúak (4-5. ábra). Az NDVI szélesebb értéktartományban található (0,37–0,85) és magasabb átlagértékekkel bír, míg az EVI adatai nagyobb szórást mutatnak és a fajok közötti különbség is jelentősebb. A szűkebb értéktartomány előrevetíti az első látásra csekélynek tűnő pár tizedes változások jelentőségét. A különböző erdők EVI–NDVI indexértékek görbéinek alakulásában nincs jelentős különbség, de az EVI értékek sokkal változékonyabbak. Érzékenyebbnek tűnnek a növényzeti változásokra, a külső hatásokra, amire jó példa a többszűcsű görbék megjelenése. A vegetáció mennyisége június ele-

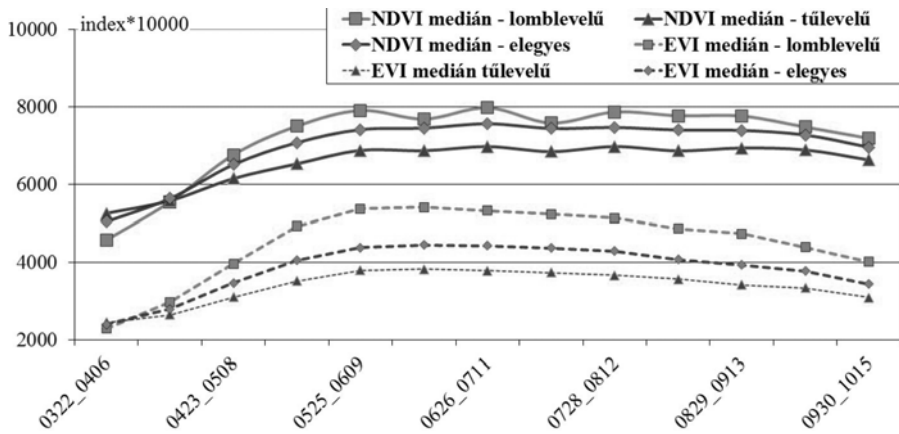
jére-közepére éri el csúcsot. Júliusban több esetben is egy hullámvölgy tapasztalható a görbén, amit augusztusi növekedés követ.



1. ábra Erdők területi elhelyezkedése a MODIS 250 m-es raszterháló alapján



2. ábra Az éves csapadékátlag alakulása a Duna-Tisza közén 1990–2010 között

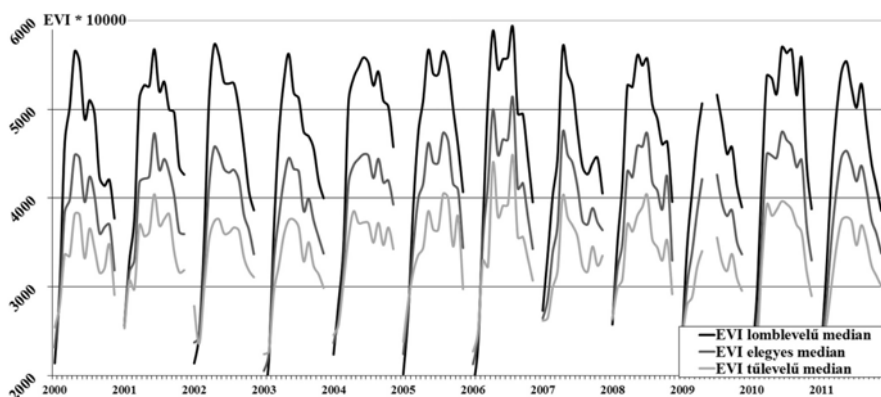


3. ábra A 2000–2011 közötti időtartam alapján számított EVI, NDVI átlagprofilok görbéi

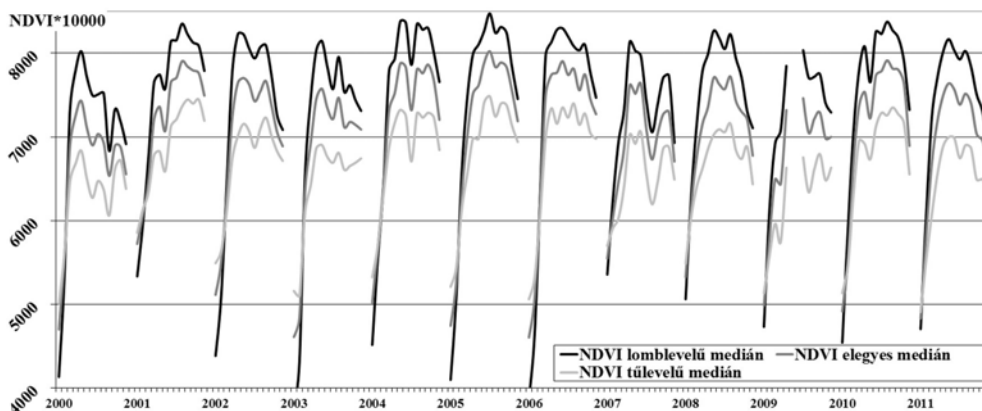
A kora nyári hirtelen NDVI növekedés az egyes időpontok között kicsit nagyobb (+0,14–0,2) ütemet is mutat a +0,1–0,15-es EVI- hez képest és általában júniusban éri el a csúcspontot. A növekedéshez hasonló csökkenés csak az EVI esetében a nyári félév második felében csak egy-egy évben (pl. 2006, 2010) tapasztalható. Igaz, ez még a legkiegyensúlyozottabb értékekkel bíró lombos erdő esetében is látható. A másodlagos csúcserkékek a lomblevelű NDVI-nél 0,03–0,05-al (az EVI esetében 0,1-el) maradnak el a júniustól, igaz csapadékosabb augusztus-szeptemberben is tapasztalhatunk a nyárinál magasabb értékeket.

A 2004 márciustól jellemző csapadékosabb állapot főleg az NDVI-nél emelkedik ki szigetszerűen, de 2007-re gyorsan le is csökken. 2010 hiába döntött rekordokat a csapadékmennyiséggel, egyedülálló nedves évként nem mutat kiugró eredményeket. A tülevelűek térnyerésével az éven belüli EVI ingadozás nőhet, lásd a 2000, 2006. évek elegyes- és tülevelű értékeit. Külö-

nösen ingadozók a 2000–2001, valamint a 2004–2006-os időszakok. A legváltozékonyabb NDVI-értékű évek 2003 és 2007 voltak.



4. ábra EVI átlagok alakulása 2000–2011 között

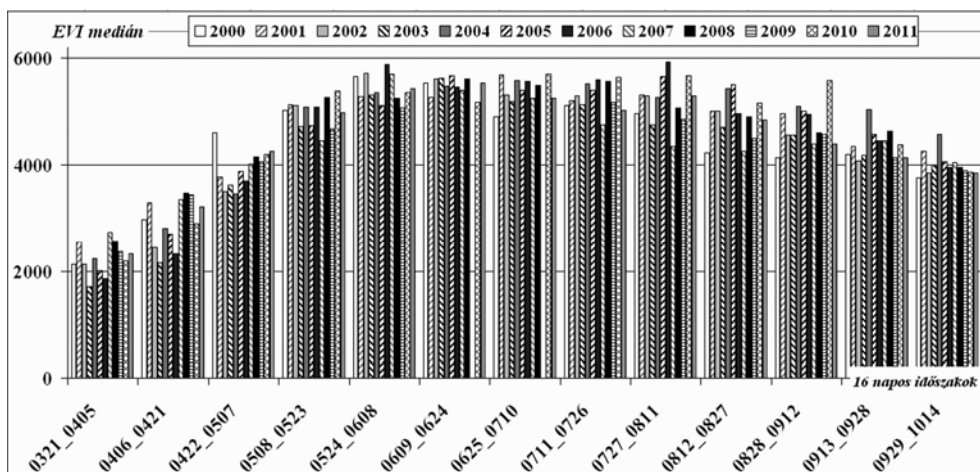


5. ábra NDVI átlagok alakulása 2000–2011 között

Az EVI csökkenésének jelei 2000–2004, illetve 2006–2009 között mutatkoznak, de elegyes és fenyőerdőket nézve az utóbbi inkább 2006–2011! Folyamatos EVI növekedésről 2003–2006 között írhatunk. Érdekes, hogy az NDVI mediánok esetében inkább 2005-ös évtől kezdődően jellemző a csökkenés. Egyedül a fenyőnél mondható ki az NDVI 2005–2009-es csökkenés. A túlelű erdő az egyedüli, amelynek EVI és NDVI átlagai a 2004–2006, illetve a 2010. év hatásai ellenére sem mutatnak pozitív jellegű trendet a 12 év alatt. Az EVI értékek az NDVI-nél érzékenyebbek tűnnek a növényzeti változásokra, a külső hatásokra. A többszű görbék futása a külső hatásokkal szembeni sérülékenységre is utal.

Az EVI és NDVI a lomberlelű erdőkből március végétől április közepéig lévő időszakot 3-4 évente, egyre magasabb kiugró (2001, 2004, 2007) értékekkel jellemezhető, mely utána kisebb mértékben csökken,

vagyis igazolódhatnak a melegedés miatt egyre korábbi kizöldülést prognosztizáló elemzések (6. ábra). A fenyő térnyerésével alapvetően az 1-2 éves szárazabb-zöldebb periódusok váltják egymást. Április végén (és május elején) 2002-től a lomblevelű és a vegyes erdő EVI mutat növekedést. A lomblevelű erdők NDVI-je váltakozó, az egyik év zöldebb, a másik kevésbé, igaz az alacsonyabb (páratlan évek) értékek évről-évre alacsonyabbak, kisebbek. Az EVI szempontjából június közepe, az NDVI-nél az ezt megelőző 05.24.-06.09. a legkiegyensúlyozottabb időszak. Az NDVI június végén enyhe növekedést mutat. A 07.27-08.11. időszak a legváltozóknabb mindkét indexnél (különösen a lomblevelű és elegyes erdők EVI-je esetén). 2006–2007 hasonló 16 napos időszaka között 0,12-0,16 EVI, illetve 0,1-es NDVI csökkenés jellemző. Hasonló, évek közötti különbséget 2010 és 2011 késő nyári értékek között láthatunk. Ez azért is érdekes, mert az aszályhajlam fokozódásával egyre több, a 2000, 2007, 2011. évhez hasonló helyzet alakulhat ki. A hirtelen csökkenés a jellemző vízhiányt is mutatja; csapadékosabb évek után következő egyetlen száraz év hatása azonnal visszaveti a zöldsötmeget.



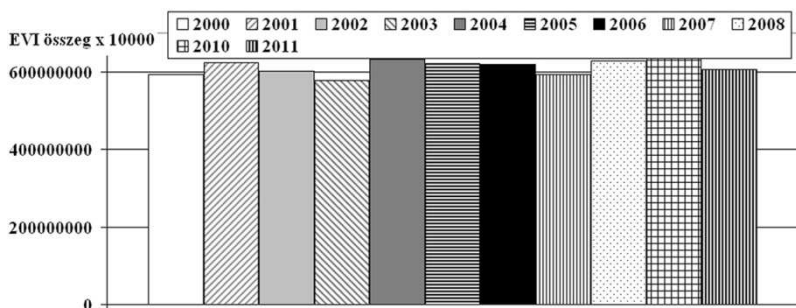
6. ábra EVI lomblevelű medián értékek 2000–2011 között a vizsgált 16 napos időszakokban

Az éven belüli csapadékeloszlás miatt a szeptember eleji időszakban a lomblevelű indexértékek 2004-től 2009-ig csökkenők, míg szeptember közepe és vége 2004-től napjainkig csökkenő. Vagyis a melegedéssel meghosszabbodó vegetációs időszak elmélete itt nem igazolódik. Ez a folyamat például megegyezik a korábban elemzett, 1992–2003 közötti eredményekkel. Ez a folyamat az elegyes- és fenyőerdő esetében a 2007. és 2008. év kiugró értékei miatt nem ennyire egyértelmű. Az elegyes és a tölvelű erdő NDVI értékei nőnek az ősszel, de csak 2000–2006 között.

Jövőbeni vizsgálatok

Az átlagértékek mellett a biomassza produkciót mutató EVI, NDVI összegek érdekesek (7. ábra). Az évek közötti különbség nem jelentős (még 2006–2007 között sem), de a 16 napos bontásban van az átlagértékektől különböző változás.

A tervezés számára a legfontosabb a térbeli lehatárolás, a veszélyeztetettség mértékének a meghatározása, amelyhez az átlagtól való eltérés vizsgálata nyújthat segítséget.



7. ábra EVI lomblevelű biomassza produktum és medián a vizsgált években

A kutatást az OTKA támogatja: PD 78349

Irodalom

KOVÁCS, F. (2008): A vegetáció multispektrális értékelése a Duna-Tisza közén. In: CSORBA, P.–FAZEKAS, I. (szerk.) Tájkutatás–Tájökológia. Meridián Alapítvány, Debrecen. pp.367-374.

<http://www.novenyzetiterkep.hu>

https://lpdaac.usgs.gov/get_data/data_pool

Villámárvizek lefolyását befolyásoló tényezők térképezése

Kovács Károly Zoltán¹–Holndonner Péter²–Dr. Dobos Endre³

^{1,2,3} Miskolci Egyetem - Műszaki Földtudományi Kar, Természetföldrajz-Környezettan Intézeti Tan-
szék, 3515 Miskolc-Egyetemváros, A4 (fő)épület, III. em. 302. szoba
¹ecocares@uni-miskolc.hu, ²ecohp@uni-miskolc.hu, ³ecodobos@uni-miskolc.hu

Kulcsszavak: villámárvíz; megelőzés; összehasonlítás; valós adat; modellezés;

Bevezető

A változó éghajlat és egyre szélsőségesebb meteorológiai körülmények, egészen kiszámíthatatlan módon, időben és helyen csapnak le javakra olykor emberéletre. Ezen csapások egyike az ún. *villámárvíz* (nemzetközi szakirodalomban *flash flood*). A jelenség kis - néhánytól legfeljebb néhány száz km²-es vízgyűjtőjű – vízfolyásokon alakul ki, nagy pusztító erejű és, mint neve is mutatja, villámgyors. Pusztító erejéhez hozzájárul, hogy nagy mennyiségű hordalékot szállít, az iszaptól a sziklatömbig, mindenféle méretben.

Anyag és módszer

A villámárvizek kialakulása, jellemzően, rövid idő alatt lehulló nagy mennyiségű csapadékhoz köthető, melyek megjelenése időben elég véletlenszerű és hirtelen. Egymást követő esős időszakok esetében már kevesebb csapadék is elég, hogy villámárvizek alakuljanak ki, köszönhetően a talaj vízzel való telítettségének, illetve a tavaszi, hóolvadást okozó esők is okozhatnak ilyen katasztrófákat, hisz ekkor az olvadó hó ad többlet vízmennyiséget és a fagyott talaj porozitása, vízelnyelő képessége majdnem nulla.

A villámárvizek által sújtott területek hegy- illetve dombvidéki kis vízgyűjtőjű patakok mentén találhatóak. Az észak-magyarországi régióban a hegyvidékről az Alföld felé lefutó patakok völgye a leglakottabb, ahol legsúlyosabb csapásokat mérhetnek a villámárvizek. Ezen területek meteorológiai szempontból is nagyobb eséllyel számolhatnak villámárvizet okozó légköri állapotokkal. A két, egymástól eltérő domborzati vidék találkozásánál a nyugat-délnyugatról érkező ciklonok légtömegei feláramlásra kényszerülnek. A tavasz végi, nyár eleji időszakban a felszín közeli légrétegek az erős napsütés hatására könnyen felmelegednek, de a magasabban lévő légtömegek még nem tudnak átmelegedni. A hirtelen feláramlás hirtelen lehűlést, tehát gyors felhő- és csapadékképződést eredményez. A térség a Hernád, a Bodrog és Tisza mentén nyitott a „hideg kapuk” (Duklai-hágó, Uzsoki-hágó, Vereckei-hágó) irányába, ezáltal az északkeletről beáramló hideg levegő és a Kárpát-

medencében megült meleg légtömeg keveredési pontja. Az egymástól eltérő fizika tulajdonságokkal rendelkező légáramok találkozása labilis állapotot eredményezhet, ezzel növelve a hirtelen, bőséges csapadékképződés esélyét (HORVÁTH Á. 2005).

Mád a Fördös-patak és Máj-patak összefutásánál, és az onnantól Mádi-patak néven továbbfolyó vízfolyás völgyében, a völgytalpon helyezkedik el. A települést keletről és nyugatról körülvevő dombok magassága 150–300 m és nagyrészt 15–35% lejtésű, erősen lejtős oldalúak, a falutól északra lévő hegyhátak már 500 m magasak, mint például a az 532 m magas Hollós-tető, amely a Mádi-patak vízgyűjtőterületének legmagasabb pontja. Délről nyitott, hol a Mádi-patak kifutása van.

A települést észak-déli irányban átszelő Mádi-patak (a Szerencs-patak mellékvíze) két patak összefolyásából jön létre: a Fördös kútból induló Fördös-patak és a tőle keletre eredő, Máj-patak. A falutól egy kilométerre, északra, a Fördös-patak az Őz-völgyi záportározót táplálja, amelynek vízfelszíne kb. 2 ha, mélysége kb. 5,5 m. A 4,5 km hosszú Máj-patak, szintén táplál egy közel fél hektár kiterjedésű záporgyűjtőt. A két patak összefolyása a falu északi részén található (HOLNDONNER P. 2006).

A vízgyűjtő teljes területén vulkáni eredetű kőzetek (riolit és dácit tu-fák) található, illetve azok lepusztulás termékei. Ez alapja a később tárgyalt talajtani leírásnak, mely többnyire igen agyagos talajfeleségekről tesz említést. Ezek a piroklasztikumokon többnyire igen agyagos lepusztulás termékek alakulnak ki (BUDAI T.–GYALOG L.2010).

A terület éghajlata mérsékelt meleg – mérsékelt száraz. Az évi átlaghőmérséklet 9,9 C°, a januári (-3,2 C°) és a júliusi (20,1 C°) középhőmérsékletek a magyarországi átlagnál valamivel alacsonyabbak. A napsütéses órák éves mennyisége 1850–1900 óra. Évente átlagosan 620 mm csapadék hull (MAROSI S.–SOMOGYI S. 1990).

A vizsgált nap légköri viszonyainak leírása:

2005. május 4-én hazánk időjárási képét egy előregedett ciklon határozta meg. Ez a ciklon, melynek középpontja délkelet Lengyelország fölött volt, alacsony pályán haladt délnyugat – északkelet irányba. A felhőszakadást alapvetően két időjárási tényező befolyásolta: a ciklonban kialakult, azzal együtt mozgó okklúziós front és egy magas légköri hidegfront. Az okklúziós front délután egykor haladt át a térség felett. Ugyanebben az időben a magasabb szinteken (kb. 5000 m) nyugat-délnyugat felől hideg levegő gyors beáramlása (hidegadvekción) zajlott le, a fent már említett, jól észlelhető magassági hidegfrontot okozva. A magassági hidegfront közel 90 fokos szöveget zárt be a talaj közeli feláramlással, így a vihar kialakulását gyorsító konvergencia – azaz két különböző irányú légáram találkozása – jött létre, metszéspontjuk

Mád térségére esett (HORVÁTH Á. 2005). A gyakran jéggel kísért felhőszakadást kiváltó közvetlen ok az volt, hogy a térség fölött kialakult légköri rendszer igen lassan mozgott, és a közel másfél órán keresztül (délután kettő órától kb. fél négyig tartó) erőteljes esőzés alatt a zivatarcellák szinte ugyanazon a pont felett keletkeztek.

A környékbeli települések magánszemélyek által fenntartott csapadékmérő állomásain mért mennyiségek nagyban elmaradtak (pl. Boldogkőváralja 9,3 mm; Taktaharkány 7,6 mm – TAMÁSKOVITS K. 2005) a Mádon mért 180 mm csapadékösszeghez képest. Ez igazolja, hogy a csapadéközön viszonylag kis területen összpontosult.

A villámárvizek lefutását befolyásoló tényezők térképezése:

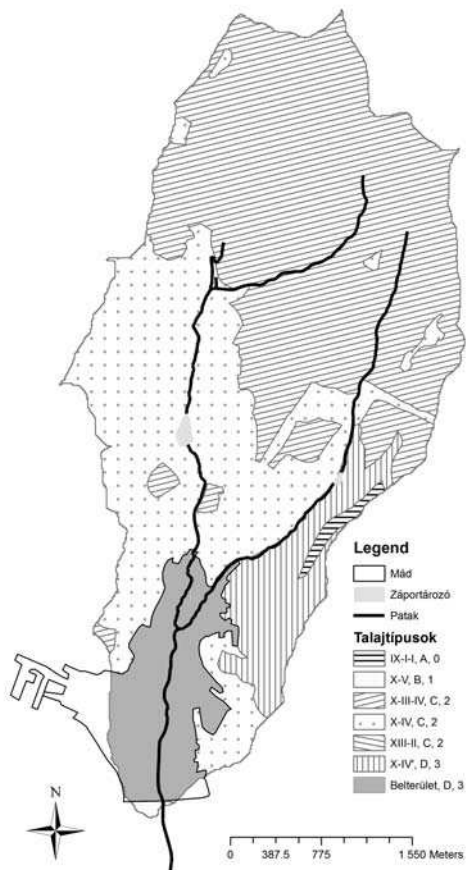
A vízgyűjtő területén található talajtípusokat ábrázoló térképet (1.ábra) a Kreybig-féle Átnézetes Talajismereti Térképsorozat 4766–2 számú, szelvényéről digitalizáltam. A jelmagyarázatban a római számok a Sigmond-féle talajosztályozási rendszer által jelölt talajfélésegek, a nagybetűk a hidrológiai talajcsoport (Hydrologic Soil Group) jelölése, ahol A, a nagyon jó vízelnyelő képességű talajok, homok, kavics félésegek és D a majdnem vízhatlan agyagok, vagy belterületen beton vagy aszfalt felületek és a számok az ezekhez rendelt számszerű értékek.

Jól látható a térképen, hogy az érintett vízgyűjtő területén C és D kategóriájú talajok találhatók, melyeknél a modellben számított beszivárgási tényező majdnem nulla, azaz a pár órán át tartó, lezúduló csapadék, szinte teljes mennyisége eljutott a mederig.

Szintén elkészült a területhasználati térkép (2.ábra) a USGS (U.S. Geological Survey) távérzékelte adatok feldolgozására kidolgozott terület-használat és felszínborítottság osztályozó rendszere alapján, mely osztályok a hidrológiai modellezésben elfogadottak. Az alapadatot a területet lefedő, ingyenesen hozzáférhető Landsat 7 műholdképek szolgáltatták. A két kép (2000 év májusi és októberi) 8–8 csatornájából, illetve az ezekből generált NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) vegetációs indexet tartalmazó csatornákból állítottam össze a 18 csatornából álló képet ERDAS IMAGINE 9.2 szoftverrel, melyet később kiértékeltem és ennek eredménye a területről készült területhasználati térkép.

A területhasználati térkép jól mutatja, hogy a vízgyűjtő területének legnagyobb százalékát szőlő illetve füves, bokros rét fedi, ahol ráadásul, mint a helyszíni bejárás során kiderült, a szőlőket a lejtés irányával párhuzamosan ültették. Ez azt jelenti, hogy az agyagos, kis nedvszívó képességű talajra hulló csapadéknak szinte semmi nem lassította az útját a meder felé, szőlősorok között árkos eróziós barázdákat vájt, az elhordott a talajrétegekből, lejtőalji hordalékkúpokat épített. A Mádi-patak vízgyűjtőjének területhasználat

nagyban hozzájárult a villámárvíz villám jellegéhez illetve a víz által szállított hordalék mennyiségéhez. A nagy relief energiával rendelkező terület legnagyobb része a művelés miatt majdnem csupasz, vagy gyér füves, bokros növényzettel rendelkezik. Az ilyen térszínre lehulló csapadék lefolyása villámgyors és rengeteg hordalékot szállít. A víz visszavonulása után jelentős vastagságú iszapréteg (az elöntési magasság kb. 20 %-a) maradt vissza.



1. ábra A Mádi-patak vízgyűjtőjének talajtani viszonyai és a talajok hidrológiai osztályozása

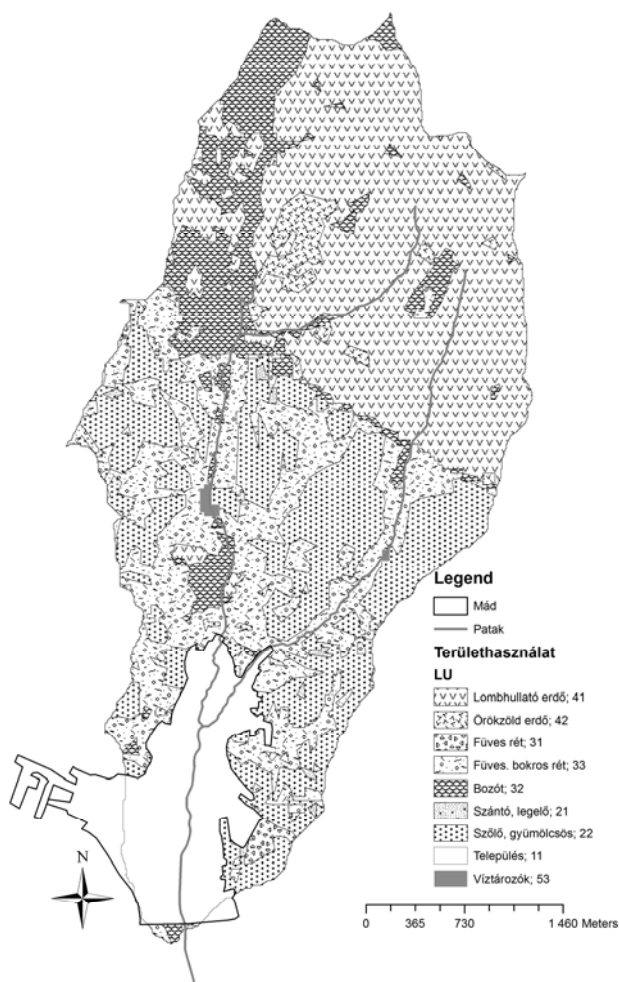
Eredmények

A fentiekben leírtak alapján betekintést nyerhetünk a 2005-ös mádi események kiváltó okaiba. A meteorológiai körülmények alapos ismerete már segíthet leszűkíteni a villámárvizek által veszélyeztetett területeket. A leszűkítés nagyon fontos, hiszen ezeket a katasztrófákat helyesen modellezni

csak nagy pontosságú adatok alapján lehet. A nagy pontosságú adat előállítás nagyon időigényes vagy nagyon drága.

A másik fontos szűkítő tényező a domborzat, a mély völgyek szabdalta, nagy relief energiájú területek, hol ilyen jellegű katasztrófák jelentkezhetnek. Az ilyen típusú felszínen lerohanó víz pontos modellezéséhez igen finom felbontású (> 5m) domborzatmodellek szükségesek. Ezek elkészítése fontos, mert az árvíz által veszélyeztetett területek pontos lehatárolása ilyen digitális domborzatmodell alapján történhet, pl. a HEC-RAS szoftver segítségével.

A pontos lehatárolást követően lehet a modellt finomítani, a talaj, a földhasználat vagy a felszínborítottság adataival, mely tényezők bizonyos esetekben lassíthatják az áradat lerohanását annyira, hogy még mentésre, kikalkoltatásra idő legyen.



2. ábra A Mádi-patak vízgyűjtőjének területhasználati osztályozása

Következtetések

A villámárvizek előrejelzése fontos feladat, de mivel váratlan meteorológiai események okán alakulnak ki nagyon nehéz. Villámgyors és pusztító hatású. A leírt Mád-patak vízgyűjtője teljes területén a talaj nagyon agyagos, a lehulló csapadék csak igen kis százalékát tudta magába szívni. A lefolyás gyorsaságáról a területhasználati tényező is tehet, szinte az egész vízgyűjtő szőlő, vagy művelésből kivont füves, bokros bozót, mely kevés akadályt állított a lezúduló víz útjába.

A villámárvizek hosszú távú megelőzését, vagy legalább hatásuk csökkentését a területhasználat gondos megválasztásában látom. A lefolyásmodellek pontosítása a területhasználati tényezővel segíthet egy olyan döntéstámogató rendszer kiépítésében, mely a későbbiekben a hatóságok segítségére lehet a mezőgazdasági és erdészeti tájhasznosítás során.

Irodalom

- HOLNDONNER P.* (2006): Egy völgyi árvíz kialakulásának okai, azok vizsgálata digitális domborzatmodell segítségével (Diplomaterv). Miskolci Egyetem – Műszaki Földtudományi Kar, Természetföldrajz–Környezettan Tsz.,
- HORVÁTH Á.* (2005): Vihar és felhőszakadás a Zemplénben.
<http://www.met.hu/pages/vihar20050504.html>
- TAMÁSKOVITS K.* (2005): Május 4. Mád. – Léggör. L. évf. 2. szám, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, pp. 11.
- MAROSI S.–SOMOGYI S.* [szerk.] (1990): Magyarország kistájainak katasztere. Magyar Tudományos Akadémia Földrajztudományi Kutató Intézete, Budapest, pp. 903-908.
- BUDAI T.–GYALOG L.* [szerk.] (2010): Magyarország földtani atlasza országjáróknak. Magyar Állami Földtani Intézet Budapest, pp. 31.
- B.–A.–Z. MEGYEI KATASZTRÓFAVÉDELMI IGAZGATÓSÁG* (2005): hivatalos jegyzőkönyvek, jelentések. Miskolc
- NOVÁK A.* (2005–2006): Mád község jegyzője elmondása alapján.
- KASZAB F.* (2009): Kisvízfolyások vízgyűjtőterületeinek lefolyási viszonyai–extrém árvízi esettanulmányok és a revitalizáció;
http://www.hidrologia.hu/vandorgyules/27/dolgozatok/13kaszab_ferenc.htm

Kültéri RFID-mérések térinformatikai elemzése

Krausz Nikol¹ – Szedlák Máté² – Dr. Barsi Árpád³

¹ doktorandusz, BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék, krausz@mail.bme.hu;

² hallgató, BME Építőmérnöki kar, szedlakmate@gmail.com

³ Egyetemi tanár, BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék, barsi@eik.bme.hu;

Abstract: In the paper a typical RFID outdoor measurement processing has been presented and the readability of the tags is examined as function of the distance. The paper gives a detailed description about the procedure and its results.

Bevezetés

RFID – angol rövidítés (*Radio Frequency Identification*) – rádiófrekvenciás azonosítást jelent. Az RFID rendszer három fő komponensből áll, ezek a következők:

- tag (címkék),
- reader (olvasó),
- antenna.

Az RFID-rendszerekhez többféle tag áll rendelkezésre; ezek lehetnek passzívak, szemi-passzívak és aktívak. A felhasználásra kerülő tag-ek típusa függ a kiépített rendszer igényeitől. A passzív tag-ek kisebb olvasási távolsággal bírnak, nincsen saját erőforrásuk az adataik sugárzására, így az adatok továbbításához az olvasó által gerjesztett elektromágneses mező szükséges. Az aktív tag-ek akár 100-200 méteres olvasási kapacitással is rendelkeznek és képesek a bennük eltárolt adatok önálló sugárzására. Az aktív és a passzív tag-ek közt helyezkednek el a szemi-passzív tag-ek, melyek rendelkeznek saját áramforrással, de ezt csak a memória működtetésére fordítják; üzenet-sugárzást a passzív tag-ekhez hasonlóan csak az antenna segítségével tudnak végezni. (FINKENZELLER K. 2003)

A méréshez felhasznált RFID eszközök Identec Solutions termékek. A mérésben használt tag-ek aktív 100 méteres hatótávúak, az antenna pedig minden irányban közel azonos érzékenységű (omnidirectional). A reader egyszerre több tag-gel képes kapcsolatot tartani, adatokat venni a tag-ektől és írni azok memóriájába, ha szükséges. A rendszer részletesebb ismertetése korábbi cikkben bemutatásra került. (KRAUSZ N.–BARSÍ Á. 2007)

Egy RFID rendszer, működés közben feladattól függően küld adatokat a reader részére. Ha csak a jelenlét dokumentálása a cél, akkor a tag-ek csupán az azonosítójukat küldik el, a reader pedig rögzíti ezeket a beérkezés-kori jelerősség-értékekkel együtt. Ha eltároltunk adatokat a tag memóriájába, akkor azokat le lehet kérdezni, ennek megfelelően bővül a rögzített adatlista.

Meg akartuk vizsgálni, hogy a kültérben mozgó RFID-tag-ek milyen távolságból olvashatók, illetve milyen helyen célszerű azokat a járművön elhelyezni, hogy minél jobb és megbízhatóbb olvashatóságot érjünk el. A cikk keretein belül feldolgozott méréseknél rögzítésre került megfelelő időbélyeg felhasználásával a tag azonosítója (tag ID), a jelerősség értéke (dB) valamint, hogy hány darab tag-et látott egyszerre az adott mérési ciklusban a reader.

A mérés végrehajtása és az eredmények feldolgozása

Kültéri mérések esetén a tag-ek általában rögzítve vannak a mozgó hordozóra – esetünkben az autókra –, a reader pedig egy fix ponton van elhelyezve. A reader folyamatos lekérdezéseket hajt végre – másodpercenként akár többet is. Ha tag kerül az üzenetszórási tartományba, akkor kerül rögzítésre az azonosítója és egyéb adatai.

Az Antra ID Kft segítségével végrehajtásra került egy kültéri mérés, melynél a mozgó autóban GPS vevő került elhelyezésre. A GPS vevő rádiófrekvencián továbbította a kapott adatokat a rögzítést végző számítógéphez. A mérés megkezdése előtt a reader-t a GPS vevő órájával szinkronizáltuk, így a feldolgozás során a rögzített tag adatokhoz utólag GPS koordináta kapcsolható. A meghatározott koordináták segítségével egyrészt egy mozgási trajektóriát lehet megadni a mérésben résztvevő járműre, másrészt az RFID antenna mért GPS koordinátája és a mozgásban lévő tag-ek bejelentkezéskori helyzete közti távolság számítható. Az így kapott távolságadatokból épülnek fel a cikkben bemutatott távolság-jelerősség grafikonok. A mérés során a jármű több kört tett meg. Összesen 4 kör került rögzítésre a mérés folyamán, ebből kettő balról jobbra induló (1. és 2. mérés) és kettő jobbról balra induló mérési kör (3. és 4. mérés). A mérési területen állt egy többszintes épület, ami szerencsésen olyan kitarakást biztosított, hogy a mérési körök könnyen megkülönböztethetőek lettek az utófeldolgozás során. A mérés közben hagyományos jegyzőkönyvvezetés is történt, melyben rögzítésre kerültek az időbélyeg adatok a mérési etapok indulásakor. A járművön 4 tag került elhelyezésre:

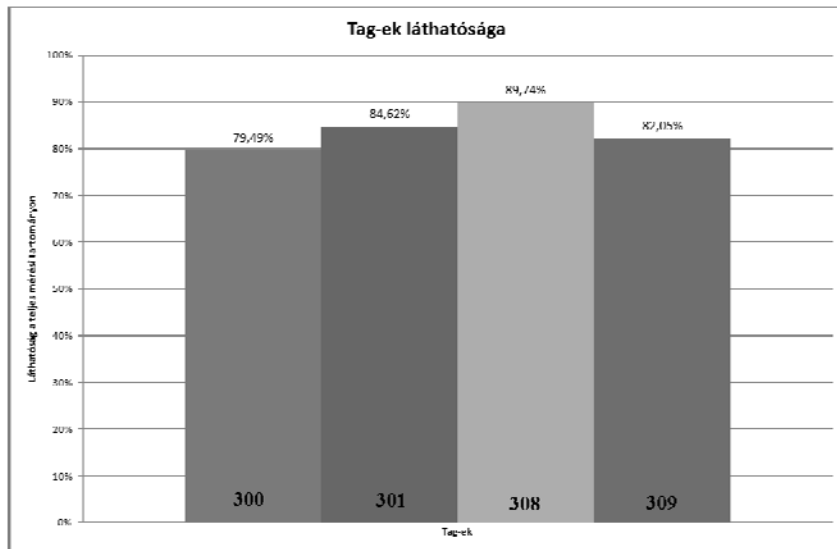
- a 200142300 számú tag a csomagtartón,
- a 200142301 számú az első szélvédőnél (kívül),
- a 200142308 számú az első szélvédőnél (belül),
- a 200142309 első lökhárítón.

A mérési eredmények utófeldolgozása során a kapott adatok ábrázolásával jól látható, hogy minden egyes mérésben résztvevő tag-nek rá jellemző karakterisztikája van. A mérési jegyzőkönyv alapján elkészítettük a mérést jellemző alapadatokat, melyek képet adnak a mérési körök időtartamáról és a

mérési szakaszokhoz tartozó érzékelések számáról. Az 1. táblázat tartalmazza a méréseket leíró kiegészítő számadatokat. Látható, hogy az első mérés esetében majdnem egy teljes percet tesz ki a mérési fázis, ebben a mérési körben keletkezett a legtöbb adat. A táblázat utolsó négy oszlopa a mérésben felhasznált tag-ek azonosítójának utolsó 3 számjegyével adja meg a ciklusonkénti észlelési darabszámot. A tag-ek a gépjárművön különböző helyeken voltak elhelyezve. Az optimális elhelyezés a fémes közeg jelenléte miatt meghatározó, ezzel korábbi cikkünk kapcsán már foglalkoztunk (BARSÍ Á. et al. 2009). A feldolgozások során az első szélvédő mögötti belső elhelyezés bizonyult a legjobbnak, a cikkben ismertetésre kerülő mérés is újfent igazolta ezt a fajta elhelyezést. Az 1. ábra mutatja a tag-ek láthatóságát százalékban. A mérési időtartamot 3 másodperces intervallumokra osztottuk fel, a százalékos megjelenítés pedig megmutatja, hogy az összes intervallumszámhoz képest hány intervallumban volt az adott tag látható.

1. táblázat A mérésekhez tartozó összesített kiegészítő számadatok

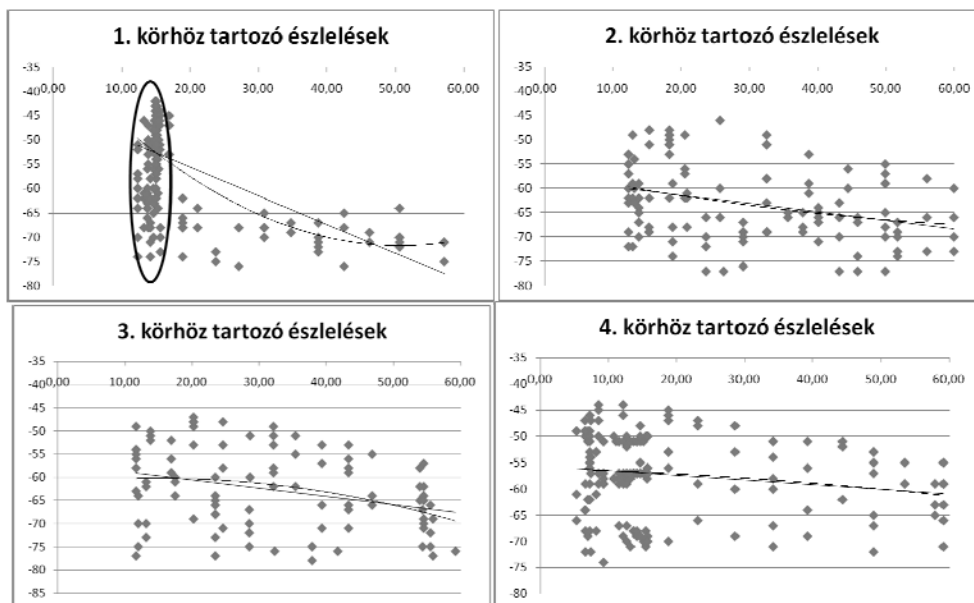
kör	kezdés [idő]	befejezés [idő]	időtartam	darabszám	300	301	308	309
1	15:07:49	15:08:48	0:00:59	270	75	58	71	66
2	15:09:06	15:09:33	0:00:27	118	31	31	31	25
3	15:10:31	15:10:54	0:00:23	95	17	24	28	26
4	15:11:04	15:11:45	0:00:41	181	43	47	47	44
				összes észlelés	664			



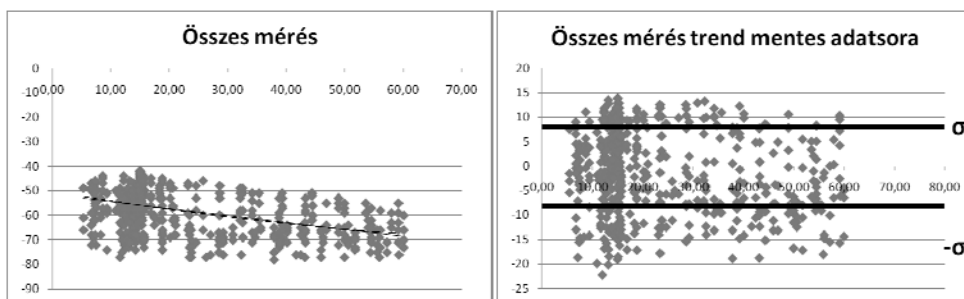
1. ábra A tag-ek láthatósága százalékos megadásban

A mérés során kapott adatok első ábrázolása után a 60 méter feletti távolságokat leválasztottuk az adatsorról, mert valószínűsíthető volt bizonyos mértékű jelvesztés. A 2. ábrán láthatóak a mérési körökből származtatott távolság-jelerősség grafikonok. Az első mérési kör esetében látható, hogy adat-torlódás alakult ki ~15 méteres távolságnál. Külön megvizsgálva a 20 méter alatti távolsághoz tartozó adatokat, a teljes mérésre nézve egy széthúzott, közel egyenletes pontmezőt kapunk. Az első mérésnél a gépjármű lassan közelített és távolodott, illetve a mérés kezdetekor álló helyzetű volt. Ezek okozhatják a sok, szinte egyforma adatú rögzítést. Az utána következő méréseknél külön figyelmet fordítottunk arra, hogy a haladás folyamatos és egyenletes tempójú legyen.

A 2. ábrán megjelenített adatsorok vastag sávként jelennek meg, melyekre lineáris és másodfokú regressziós görbét illesztettünk az adatsorhoz tartozó korrelációs együttható meghatározása végett. A lineáris és a másodfokú görbe az első mérést leszámítva nagyon hasonló lefutású. Ha az összes mérési adatra illesztjük a lineáris és a másodfokú görbéket, ez a hasonlóság még szembeűnőbb (3. ábra: első grafikonja).



2.ábra Mérési körönkénti távolság-jelerősség grafikonok (távolság értékek az X tengelyen, a jelerősségek az Y tengelyen ábrázolva)



3. ábra Összes észlelés távolság-jelerősség grafikonja és a trend eltávolítása utáni állapot (távolság értékek az X tengelyen, a jelerősségek az Y tengelyen ábrázolva)

Az összes mérés esetében az illesztett lineáris függvénnyel szinte egyező a másodfokú görbe, így a kapott lineáris regressziós összefüggést trendnek tekintve, azt leválasztottuk a mért jelsorozatról. A továbbiakban ebből a függvénykapcsolatból származó adatokat dolgozzuk fel. A korrelációs együttható értékére alacsony számadatot kaptunk ($R^2=0,19$). A könnyebb olvashatóság érdekében a regressziós egyenesekhez tartozó adatokat a 2. táblázatban foglaltuk össze.

2. táblázat Regressziós görbék adatai

	1. kör	2. kör	3. kör	4. kör	összes mérés
lineáris	$y = -0,5871x - 43,897$	$y = -0,1745x - 57,922$	$y = -0,177x - 57,007$	$y = -0,0888x - 55,537$	$y = -0,2868x - 51,493$
	$R^2 = 0,3142$	$R^2 = 0,1088$	$R^2 = 0,0955$	$R^2 = 0,0326$	$R^2 = 0,1956$
másodfokú	$y = 0,0149x^2 - 1,5126x - 33,276$	$y = 0,0018x^2 - 0,2908x - 56,411$	$y = -0,0046x^2 + 0,1355x - 61,216$	$y = -0,0009x^2 - 0,0353x - 56,047$	$y = 0,0019x^2 - 0,4071x - 50,145$
	$R^2 = 0,3322$	$R^2 = 0,1104$	$R^2 = 0,1058$	$R^2 = 0,0331$	$R^2 = 0,1969$

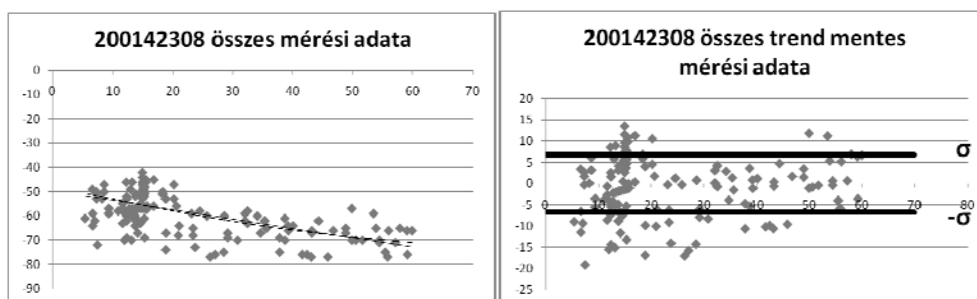
Mivel az adatmezőnek viszonylag nagy vastagsága van, így az adatokra jellemző szórás nagy, ez pedig gyenge korrelációt okoz. Az illesztett lineáris regressziós egyenes alakja jól követi a mintát, ennek ellenőrzéseként leválasztottuk az adatsorunkat terhelő trendet a lineáris összefüggés alapján (3. ábra: második grafikonja). Meghatározásra került a trendmentes jelerősség értékek átlaga és szórása. Az átlag értéke a negyedik tizedes jegytől tér el a zéró értéktől, tehát a függvény nagyon erősen illeszkedik az adatsora. A felhasznált függvény meredeksége kicsi, szinte nullának tekinthető, így a méréseink 60 méteres tartományon belül a függvényben szereplő konstans körül jelentkeznek, ami nagyjából -51 dB. A 3. táblázatban foglaltuk össze a mérést jellemző alapstatisztikákat.

3. táblázat A méréshez tartozó alapstatisztikák a teljes mérésre nézve

	Globálisan		200142300		200142301		200142308		200142309	
	Jelerősség [dB]	Távolság [m]	Jelerősség [dB]	Távolság [m]	Jelerősség [dB]	Távolság [m]	Jelerősség [dB]	Távolság [m]	Jelerősség [dB]	Távolság [m]
Minimum	-78	5,37	-78,00	5,37	-76,00	5,37	-77,00	5,37	-77,00	5,37
Maximum	-42	60,00	-46,00	60,00	-42,00	60,00	-42,00	60,00	-43,00	60,00
Átlag	-57,84	22,13	-58,70	20,12	-55,71	23,83	-58,44	22,38	-58,43	22,22
Szórás	9,02	13,91	8,39	11,96	9,20	15,07	8,65	14,10	9,59	14,22
Szórásnégyzet	81,37	193,52	70,40	142,93	84,67	227,13	74,76	198,88	92,06	202,26
Medián	-57	15,20	-56,00	15,13	-57,00	15,27	-57,00	15,22	-57,00	15,20

Látható, hogy a mérés egészére számított jelerősség átlaga és a lineáris regresszió függvényéből származó átlag kis mértékben tér el. A feldolgozásban külön vizsgáltuk az első szélvédőnél elhelyezett tag-et, mivel több szempont szerint a 200142308-as azonosítójú bizonyult a legjobbnak.

A külön vizsgált adatsor esetében a korrelációs együttható magasabb ($R^2=0,38$) értéket mutat, mint a teljes mérés esetében számított ($R^2=0,19$). Az illesztett regressziós görbék közül szintén a lineáris összefüggés került alkalmazásra. Az összes adat és a külön megvizsgált adatsort összevetve, kisebb szórásértéket kaptunk a külön vizsgált adatsor esetében. A 200142308-as számú tag grafikonjait a 4. ábra, az adatsorát jellemző matematikai összefüggéseket és adatokat a 4. táblázat tartalmazza.



4. ábra A 200142308-as tag adatai (a távolság értékek az X tengelyen, a jelerősségek pedig az Y tengelyen ábrázolva)

Az adatok feldolgozása után nem olyan mértékű korreláltságot kaptunk a távolság és a jelerősség között, mint vártunk. A mérés konklúziója, hogy a két adat csak kevéssé függ egymástól a viszonylag nagy szórás miatt.

4. táblázat A teljes mérésre és a külön kiemelt adatsor statisztikai adatai

			200142308	
	Teljes mérés	200142308	lineáris	másodfokú
Átlag [dB]	-0,00083	-0,00111	$y = -0,3801x - 49,926$	$y = 0,0032x^2 - 0,5829x - 47,642$
Szórás [dB]	8,0903	6,7837	$R^2 = 0,3844$	$R^2 = 0,3886$

Összefoglalás

A cikkben ismertetjük a GPS adatrögzítéssel kombinált RFID adatgyűjtés lépéseit és néhány buktatóját. Áttekintést adunk a méréssel kapcsolatos feldolgozási folyamatról és annak eredményeiről, külön foglalkozva az előzetes vizsgálatok segítségével meghatározott legjobb tag elhelyezésből származó adatsor feldolgozásával.

A közeljövőben stabilabb mérési körülmények között – például beltérben – elvégzett, alaposabb jegyzőkönyvezést követően végzett méréssorok feldolgozása fog megtörténni, hogy a jelenlegi cikkben ismertetett eredményeket igazoljuk, vagy korrigáljuk.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk Pesti Jánosnak és az Antra ID Kft. többi munkatársának, hogy szakmai tudásukkal és türelmükkel segítettek munkánkat.

A munka szakmai tartalma kapcsolódik a „Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen” című projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását az Új Széchenyi Terv TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja támogatja.

A munka szakmai tartalma kapcsolódik az "Új tehetséggondozó programok és kutatások a Műegyetem tudományos műhelyeiben" c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását a TÁMOP-4.2.2.B-10/1--2010-0009 program támogatja.

Irodalom

- FINKENZELLER, K. (2003): RFID handbook John Wiley and Sons, Chichester, p. 446
 KRAUSZ N.–BARSÍ Á. (2007): RFID technológia: a helymeghatározás új eszköze, Geomatikai Közlemények X, 99-106.
 BARSÍ Á.–LOVAS T.–KRAUSZ N. (2009): Forgalommal szembehajtó jármű detektálása RFID segítségével, Geomatikai Közlemények XII, 211-216.
<http://www.identecsolutions.com/>

Eltérő módszerekkel generált felületmodellek pontosságának összehasonlító vizsgálata egy alföldi mintaterületen⁵

Mecser Nikoletta¹ – Dr. Szabó Gergely²

¹ PhD. hallgató, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
mecserniki@gmail.com ;

² adjunktus, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
szabo.gergely@science.unideb.hu

Abstract: Nowadays the role of different high-precision field survey equipment is more and more significant. But using these kind of systems properly is difficult and in many cases we facing high precisious but low quality data. Our goal was to examine the different types of interpolation techniques and comparing them with airborne LiDAR-gained data. Our examination shows that LiDAR technique is highly precise but field-based correction is necessary.

Bevezetés

A digitális magassági modellek a földfelszint különböző távérzékelési technikák által gyűjtött magassági adatok alapján ábrázolják. Ezen adathalmaz minősége függ az alkalmazott mintavételezési módszertől, amely lehet nagyfelbontású légi lézerszkennelési technológia (LiDAR – Light Detection And Ranging), vagy hagyományos terepi felmérés során lézerteodolittal való térképezés. A felületmodellek és ez által a topográfiai jellemzők minőségét szintén meghatározza a bemeneti pontsűrűség, illetve ezek térbeli szerkezete, amely miatt alul-, és túlbecsülhetjük az interpolációs eljárásokkal készített terepmodelleket (PÜSPÖKI et al. 2005).

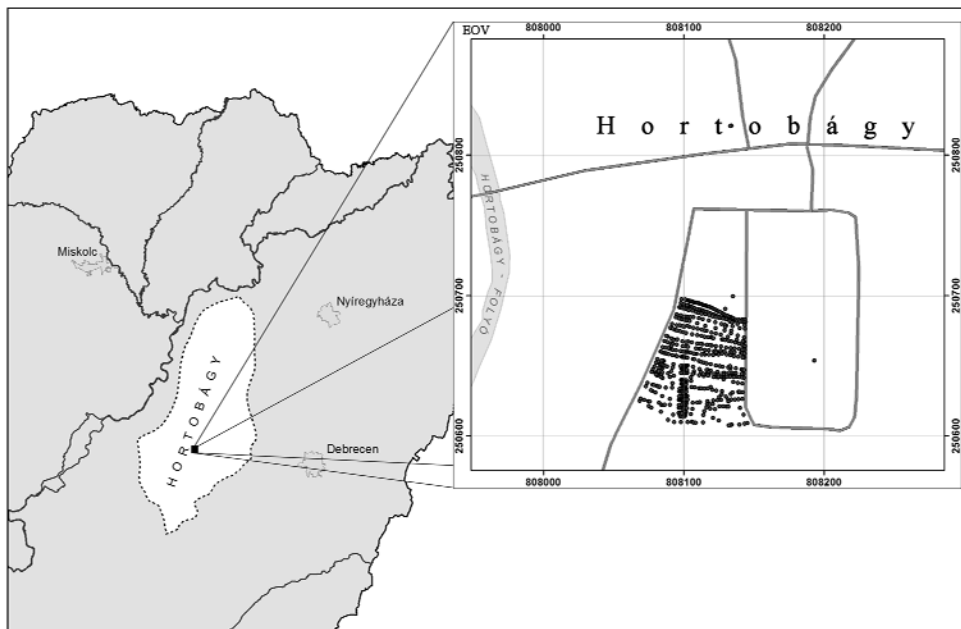
Számos interpolációs módszer létezik, illetve ezek minőségét elemző tanulmány (MYERS D. E. 1994; ROBESON S. M. 1997; MITAS L.– MITASOVA H. 1999), amely arra keresi a választ, hogy melyik a legpontosabb eljárás, amellyel leírható az adott terület. Ennek tanulmányozása viszont megosztja mind a hazai, mind a külföldi szakmai publikumot. Csak néhány olyan tudományos munka (DESMET P. J. J. 1997; GAO J. 1997; CHAPLOT et al. 2006) létezik azonban, amelyek az interpolációs technikák pontosságát az adatpontok száma és a morfológiai formák tekintetében vizsgálja.

Vizsgálatunk célja az volt, hogy ezek közül a technikák közül a legfontosabbakat kiválasztva elemezzük azok hibaértékeit egy alföldi mintaterületen.

⁵ Készült a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 sz. pályázat támogatásával.

Anyag és módszer

Mintaterületnek Hortobágy település belterületén választottunk ki egy átlagosan 70x80m-es területet (1. ábra), mivel itt állt rendelkezésünkre a vizsgálat egyik alapját képező LiDAR felületmodell. A felmért 5477 m²-es terület legalacsonyabb és legmagasabb pontjai közötti szintkülönbség 1,244 m.



1. ábra A mintaterület elhelyezkedése a felmért pontokkal

A méréshez egy TRIMBLE Focus 8 típusú, 5"-es lézeres mérőállomást, valamint TRIMBLE Geo Explorer XT differenciális GPS-t használtunk. A tengerszint feletti magasságot a közelben elhelyezkedő EOMA hálózati pont segítségével validáltuk. A mérés során összesen 578 pontot vettünk fel a mintaterületen úgy, hogy azok a terep legkisebb (cm-es) morfológiai változásait is jól reprezentálják. A mintavételezés sűrűsége átlagosan 0,1 pont/ m²-nek adódott, a felvett pontok közötti távolság pedig (ugyancsak átlagosan) 3,5 m lett.

Tanulmányunkban néhány olyan térbeli interpolációs technikát választottunk ki, amelyeket gyakran alkalmaznak geomorfológiai kutatások során (CHAPLOT V. et al. 2006; AGUILAR F. J. et al. 2005; DESMET P. J. J. 1997). A következő eljárásokat hajtottuk végre az eredetileg felmért és a származtatott ponthalmazokon: távolsággal fordítottan arányos súlyozást

(IDW), krigelést (ordinary kriging), és simítási (spline) interpolációt. Ezen interpolációs módszerekkel a szórtan elhelyezkedő mintapontokból olyan rasztereket készíthetünk, amelyek becslést adhatnak az eredeti topográfiai felszínről.

Az IDW eljárást használva közelítést kaphatunk a nem ismert pontok magassági értékeiről, melyeket egy olyan súlyszámmal befolyásolunk, amely a közeli mintapontok közötti távolság inverz arányán alapszik (ROBESON S. M. 1997; MITAS L.–MITASOVA H., 1999). Magasabb számú bementi pont megadásával az eredmény felület részletesebb lesz (FISHER N. I. et al. 1987). Tanulmányunkban az eljáráshoz használt bementi pontok számaként 3-at (IDW_n3, IDW_r3) és 12-t adtunk meg (IDW_n12, IDW_r12).

A krigelés egy olyan geostatistikai eljárás, amely a mintapontok távolságát és irányultságait veszi figyelembe a térbeli modellezés során, ezáltal várható trendeket állapít meg. Emellett meghatároz egy tapasztalati szemi-variancia-függvényt is, amely az eredeti magasságérték és a megfelelő pontokhoz tartozó trendértékek különbségeként jön létre. Az eljárás harmadik lépése a súlyozott számtani közép kiszámítása, melynek végeredménye az ismeretlen ponthoz tartozó magasságérték megállapítása (ROBESON S. M. 1997). A módszernek sokféle típusa ismert (ordinary, simple, universal, block kriging), melyek közül tanulmányunkban az általános krigelés (Kriging_no, Kriging_ro) technikát alkalmaztuk. Ez a módszer az adatpontok közötti térbeli korrelációt veszi figyelembe ahhoz, hogy meghatározza az ismeretlen pontra vonatkozó becsült értéket (CHAPLOT V. et al. 2006).

A spline módszer egy lokális interpolációs eljárás, amely az ismert pontokra folyamatos parabolákat illeszt, így minimalizálja a felszín teljes görbületét. Főként enyhe lejtésű területek magassági modellezésére alkalmas (AGUILAR F. J. et al. 2005). CHAPLOT V. et al. (2006) tanulmányát követve, vizsgálatunkban súlyként 3-as értéket, adatpontként pedig 12-t alkalmaztunk spline felület képzéséhez (Spline_n, Spline_r).

A szórt pontokat Delanuay háromszögeléssel összekapcsoló TIN modellnél a szabálytalan eloszlású mintapontok terephez illesztését háromszöghálózat képzésével adjuk meg. A felületmodellek létrehozásához leggyakrabban lineáris interpolációt alkalmaznak. A szabálytalan háromszögekből rácsmodellt (Tin_new_grid, Tin_raw_grid) alakítottunk ki.

A kezdeti méréseinket további, magassági értékeket tartalmazó pontokkal egészítettük ki, melyekből szintén interpolálással különböző felületeket generáltattunk. Az alappontsűrítés elve az volt, hogy minden, 2m x 2m-es rácson belül (lehetőleg minél közelebb az aktuális kvadrát centrumához) kijelöljünk egy új pontot, melynek értéke két vagy több szomszédos pont magasságértékének manuális átlagolásából adódott. Helyzetét szintén ezek által kijelölt hely adta, melynek végeredménye egy 1302 tagú adatbázis lett, melynek pontsűrűsége 0.237 pont/ m², az átlagos távolság pedig 2,24 m.

A lézeres magasságmérésen alapuló LiDAR felület felbontása 0.5 m volt. Mivel az előzőekben a kezdeti ponthalmazból származtatott réteg felbontása 2m x 2m-es volt, így ennek tükrében egy 2m x 2m-es cellaméretű LiDAR felületet is generáltunk, valamint statisztikai mutatók alapján mindkét felszínt korrekciós céllal megemeltük.

Mivel a fenti módszerekkel létrehozott felületek mindegyike származtatott, így a validálás alapjául az eredeti, általunk terepen felmért pontok közül választottunk ki véletlenszerűen 99-et, mely a későbbiekben a referenciafelületet adta, és ehhez viszonyítva mértük meg a származtatott felületek pontosságát. Az 1. táblázat a generált felületek főbb statisztikai jellemzőit mutatja.

1. táblázat A rendelkezésre álló felületek főbb statisztikai jellemzői

<i>Típus</i>	<i>Adatszám</i>	<i>Pontsűrűség (pont/m²)</i>	<i>Átlagos ponttávolság (m)</i>	<i>Min (m)</i>	<i>Max (m)</i>	<i>Átlag (m)</i>	<i>Szórás (m)</i>
Felmért	578	0,1	3,5	88,213	89,457	88,966	0,242
Sűrített rács	1302	0,237	2,24	88,309	89,457	88,979	0,175
Kiválasztott (ref.)	99	0,018	8,47	88,353	89,457	88,954	0,254
LiDAR (0.5 m)	14572	2,66	0,5	88,294	89,409	88,953	0,241
LiDAR (2 m)	3643	0,66	2	88,175	89,409	88,950	0,250

Az ún. RMS (Root Mean Square) hiba értékét a transzformációs függvény alapján számított hely és a referenciaként megadott hely számított távolságainak különbségéből képezzük úgy, hogy azok négyzetösszegének számtani közepéből négyzetgyököt vonunk. Referenciaként a kiválasztott 99 pont szolgált, melyhez képest az összes felület esetében lefuttattuk a függvényt. Az eltéréseket a 2. táblázat mutatja.

Eredmények

A különböző felületek összevetése során megvizsgáltuk, hogy a LiDAR, mint független módszerrel létrehozott felület hogyan viszonyul a referencia-pontjainkhoz. A középhibákat megvizsgálva megállapítottuk, hogy a LiDAR-felület átlagosan 16 cm-el alacsonyabb a referenciához viszonyítva, így ezt korrigáltuk, és a továbbiakban ezzel számoltunk.

A 2. táblázat a kapott felületek RMS hibáit (RMSE), valamint a középhibákat (ME) mutatja a 99 pontból álló referenciához képest.

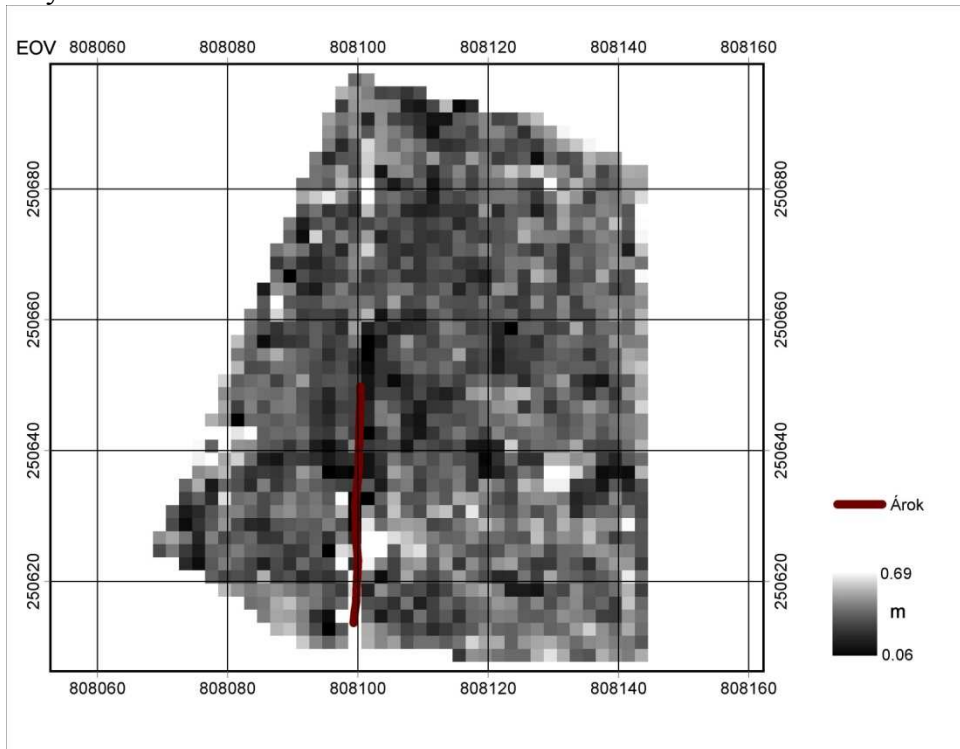
2. táblázat A generált felületek középhibái és RMSE értékei

Hortobágy	Módszer	ME (cm)	RMSE (cm)
Felmértből TIN	eredeti pontokból	0,008	1,307
Felmértből interpolált	IDW_r12	1,193	5,543
	IDW_r3	1,195	5,273
	KRIGING_ro	0,391	7,511
	Spline_r	-0,844	12,636
Sűrített rácsból TIN	2x2m-es sűrítésből	-0,521	4,485
Sűrített rácsból interpolált	IDW_n12	5,227	5,227
	IDW_n3	0,361	4,744
	KRIGING_no	-1,375	8,105
	SPLINE_n	0,387	5,265
LiDAR	Lidar_eredeti	-0,005	0,053
	Lidar_clip_2m	-0,001	0,072

A táblázatból látható, hogy az ME hibaterjedelme -1,387 cm és 5,227 cm között változik, míg az RMSE 0,053 cm és 12,636 cm mozog. Az átlagos hiba viszonylag alacsony értékeit magyarázza, hogy az negatív és pozitív eltéréseket egyaránt tartalmaz, így az ellentétes előjelű hibák kiátlagolást okoznak. Ezzel szemben az RMS hibák abszolút értéket adnak, így ezek az eredmények lényegesen megbízhatóbbak.

A korrigált LiDAR felületek esetében a legalacsonyabb az RMS (0,053 cm; 0,072 cm) és az átlagos hiba (-0,005 cm; -0,001 cm) értéke. A LiDAR után a felmérésünk pontjaiból képzett TIN felület adta a legjobb eredményeket (1,307 cm; 0,008 cm). A TIN modellek után mindkét ponthalmazból a legkedvezőbb értékeket IDW 3-as súlyozással (5,273 cm; 4,744 cm) kaptuk. Meglepő módon az eredeti pontokból spline eljárással képzett felület adta a legnagyobb hibával (12,636 cm; -0,844 cm) terhelt eredményt. A krigeeléssel interpolált felületek RMS hibái nagy különbségeket (7,511 cm; 8,105 cm) mutatattak a kiválasztott 99 pont magasságértékeihez képest. Érdemes megjegyezni, hogy az IDW módszer esetében a kétféle súlyozásos módszer (IDW r3 és IDW r12) alkalmazása nem hoz jelentős eltérést. Ugyancsak megjegyzendő, hogy a TIN modell esetében a kiegészített pontfelhőnél a felület pontossága nagy mértékben romlott.

Az ábrán látható, hogy a korrekció után a LiDAR adatbázis esetében nagyfokú illeszkedést kaptunk, az RMS hiba pedig, ahogy azt már említettük, a legalacsonyabb lett. Ezzel szemben a széles körben alkalmazott spline alapú interpolációval létrehozott felület esetében igen erős eltérést tapasztaltunk. A 3. ábrán a korrigált LiDAR mérés abszolút eltéréseit láthatjuk a fenti statisztikai vizsgálatok alapján legjobb terepi mérés alapú felülethez (TIN) viszonyítva.



3. ábra A korrigált LiDAR mérés abszolút eltérései a TIN felülethez viszonyítva

A két felület legnagyobb eltérései a mintaterületen található árok vonalában találhatóak. A változatosabb felszín mellett ennek oka az árokban megtelepedett fás szárú növényzet is, mely a terepi felmérést nem, viszont a légi lézeres letapogatást megzavarta, így ezen a területen ez utóbbi pontatlanabb eredményt adott.

Következtetések

Vizsgálataink alapján a következő megállapításokat tehetjük:

1. Az interpolációs eljárás még egy viszonylag sík területen is jelentős eltéréseket eredményezhet. Egy adott technika paraméterezése pedig ugyancsak jelentős különbségeket eredményezhet.
2. Az alkalmazott felületmodellezési eljárások közül a TIN adta a legpontosabb felületet annak ellenére, hogy e módszer sík háromszöglapokkal dolgozik. Véleményünk szerint ebben az esetben a megfelelő számú mért pont tette lehetővé e pontosság elérését.
3. A vizsgált területen a LiDAR-alapú felmérés, annak magassági korrekciója után, igen pontos eredményt adott, így nagyobb területek felmérésére egy jól használható, homogén adatbázis alapjául szolgálhat, amennyiben terepi kiegészítő-ellenőrző mérésekre van lehetőség.

Irodalom

- AGUILAR, F. J. et al.* (2005): Effects of terrain morphology, sampling density, and interpolation methods on grid DEM accuracy. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 71, pp. 805-816.
- CHAPLOT, V. et al.* (2006): Accuracy of interpolation techniques for the derivation of digital elevation models in relation to landform types and data density. *Geomorphology*, 77, pp. 126-141.
- DESMET, P. J. J.* (1997): Effects of interpolation errors on the analysis of DEM. *Earth Surface Processes and Landforms*, 22, pp. 563-580.
- FISHER, N. I. et al.* (1987): *Statistical Analysis of Spherical Data*. Cambridge University Press, Cambridge, 329 p.
- GAO, J.* (1997): Resolution and accuracy of terrain representation by grid DEMs at a micro-scale. *International Journal of Geographical Information Science*, 11, pp. 199-212.
- MITAS, L.-MITASOVA, H.* (1999): Spatial interpolation. In: Longley, P., *Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications*. Wiley, New York, pp. 481-492.
- MYERS, D. E.* (1994): Spatial interpolation: an overview. *Geoderma*, 62, pp. 17-28.
- PÜSPÖKI, Z. ET AL.* (2005): The statistical relationship between unconfined compressive strengths and the frequency distributions of slope gradients.: A case study in northern Hungary. *Geomorphology*, 71(3-4), pp. 424-436. IF: 1.508
- ROBESON, S. M.* (1997): Spherical methods for spatial interpolation: review and evaluation. *Cartography and Geographic Information Systems*, 24, pp. 3-20.

Vályi Béla vízrajzi térképei és geoinformatikai rendszerbe integrálásuk

Mészáros János

tanársegéd, Eötvös Loránd Tudományegyetem - Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék,
messer@map.elte.hu

Abstract: Béla Vályi's maps, printed in 1896 and 1900, are the summary of the flood control projects on the Danube and Tisza river. The scale of both maps is 1: 125 000 in metric system and they represent the rivers themselves, as well as the towns and villages, steeples, small streams and canals, the specialized signs of water measurement. The maps show also the results of flood-control projects in detail and the remaining works, for example the planned cut-offs. The map sheets were made on the basis of the Third Military Survey of the Austro-Hungarian Empire so their projection system is the polyeder (polyhedral) projection. To georeference these map sheets, we should define this projection but it is too complicated and impossible in several GIS software so we had to use an abridging method: the map sheets were georeferenced in sinusoidal projection using their geographic coordinates and the known other parameters (Hermannskogel datum on Bessel-ellipsoid) of the Third Military Survey georeference.

Bevezetés

A 19. század végére lezajlottak azok a nagy folyószabályozási munkálatok a Magyar Királyság területén, melyek nagyban segítették a magyar civil mérnökképzés létrejöttét és fejlődését. Az elvégzett munkálatok méretét mutatja a mérnökök által megtervezett és megépített csatornák, átvágások száma és az árvíz alól mentesített területek mérete (ez utóbbi korabeli feljegyzések szerint az akkori Hollandia területével volt egyenlő). Ennek az óriási munkának a bizonyítékai és egyben megőrzői a régi folyószabályozási térképek lehetnek, melyeket a folyók szabályozása előtt, mint tervezési alapanyag vagy a szabályozás után, mint az eredmények grafikus, összegző ábrázolása rajzoltak meg. Utóbbira jó példa a Vályi Béla által szerkesztett Duna és Tisza térkép, mely átfogó képét adja a Dunán és annak vízgyűjtőjén valamint a Tiszán és annak hasonló területén végrehajtott szabályozási munkálatoknak.

Vályi Béla Duna és Tisza térképe

Vályi Béla két folyószabályozási átnézeti térképe közül az első, Tiszát ábrázolót 1896-ban gróf Bethlen András földművelésügyi miniszter rendeletére, míg a második, Dunát ábrázolót már 1900-ban Darányi Ignác miniszter rendeletére szerkesztette meg. A Duna térkép 24 lapon ábrázolja a Duna folyót és annak vízgyűjtő területét; míg a Tisza térkép 35 szelvényt tartalmaz. A térképek szerkesztésekor figyelembe vették, hogy egymással összeilleszt-

hetők legyenek, teljes képét adva a Kárpát-medencében lezajlott vízrendezési munkálatoknak. A térképek kiemelt tematikája a folyamokon és mellékfolyóikon létrehozott vízműtani elemek (pl. zsilipek, szivattyúk), az árvízmentesítő és lecsapoló társulatok területe és a hozzájuk tartozó árvízmentesített területek rajza.

Alapvetően a térképek bemutatják a terület települési viszonyait (városok, falvak), közigazgatási határokat, utakat és vasútvonalakat és a művelési ágak szerinti földhasználatot (erdő, szántóföld). A kartográfiai gyakorlatnak megfelelően kék színnel kiemelve tüntetik fel a terület vízrajzi viszonyait (folyók, patakok, csatornák) és a hozzájuk kapcsolódó vízműtani elemeket (gátak, hidak). Külön, piros színnel rajzolták fel az állami szervezet által létesített vízmércéket, és az adott vízmércén mért legmagasabb mért vízállás értékét (1. ábra).



1. ábra A Duna térkép egy részlete Budapestről és környékéről

Az árvízmentesítő munkálatokra vonatkozó adatokat a Duna térkép esetében a 21. és 22., a Tisza térkép esetében a 24. és 25. szelvényen elhelyezett táblázatok tartalmazzák. Például a Duna mentén létrehozott gátak összes hossza 2340 km.

A térképszelvények rajzi alapját a bécsi Katonaföldrajzi Intézet által készített, Harmadik Katonai Felmérés 1: 75 000 méretarányú térképei adják (FODOR F. 1952), melyről a síkrajzi és névrajzi elemeket vették át. Majd ezt a másolatot kicsinyítették fotolitográfiai úton 1: 125 000 méretarányúra. Az így

létrehozott, kicsinyített rajzhoz illeszkedve rajzolták meg a tematikát jelentő vízrajzi elemeket, amit később nyomtattak rá a már kész szelvényekre.

A Duna térképet 1000 példányban állították elő, melyből 750 csak magyar nyelvű, 100 német és magyar, 100 magyar és francia és 50 példány angol és magyar nyelvű (FODOR F. 1952). Sajnos a Tisza térkép darabszámát és változatait illetően nem rendelkezünk ilyen részletes adatokkal.

Vetületi és dátum paraméterek

Abban az esetben, ha rendelkezünk egy térkép vetületi paramétereivel, akkor azokat térinformatikai szoftverben definiálva könnyen elvégezhető annak georeferálása. Ha a beállított paraméterek megfelelnek a valóságnak, azaz térképünk a saját vetületébe kerül, megőrzi szabályos, például téglalap vagy négyzet alakját (TIMÁR G. 2008). Régi térképek esetén ezeket a paramétereket lehetőség szerint minél pontosabban fel kell kutatnunk. Amennyiben ez nem lehetséges, meg kell keresnünk azokat a közelítő értékeket, melyek egy általunk definiált pontosságnak megfelelően ugyanazt az eredményt adják, mintha megtaláltuk volna az eredeti paramétereket. A Duna térkép leírásában olvasottak szerint a térkép rajzolatát a bécsi Katonaföldrajzi Intézet által készített Harmadik Katonai Felmérés 1: 75 000 méretarányú térképszelvényei alapján szerkesztették meg, így tudhatjuk, hogy a Vályi Béla által szerkesztett térképek paraméterei ehhez hasonlóak vagy megegyezők lesznek. A Harmadik Katonai Felmérés fenti méretarányú térképszelvényeinek georeferálásának részletes leírását megtaláljuk Timár és Molnár cikkében (TIMÁR G.–MOLNÁR G. 2008).

A Harmadik Katonai Felmérés (egyben a Vályi-féle térképek) geodéziai alapját a Bessel által leírt ellipszoid ($a = 6\,377\,397,155$ m és $f = 1/299,152815$) adja. Azonban a minél tökéletesebb illeszkedés elérése érdekében az adott ellipszoidot el kell helyezni a térben (geodéziai dátum definiálása). Jelen esetben a térkép kis méretaránya miatt és a térképészeti alkalmazásokban elegendő pontosság elérése érdekében elegendő a háromparaméteres Molodensky-Badekas féle dátumparaméterek megadása (TIMÁR G.–MOLNÁR G. 2008):

$$dX = 600 \text{ m}$$

$$dY = 205 \text{ m}$$

$$dZ = 437 \text{ m}$$

Sajnos a Harmadik Katonai Felmérés szelvényei esetén az osztrák mérnökök egy napjainkban ritkán alkalmazott és geoinformatikai programokban nehezen vagy egyáltalán nem definiálható vetületet választottak. A poliéder vetület szerint a térképszelvények oldalait a földrajzi fokhálózat vonalainak adják (VARGA J. 2002). Emiatt sajnos a térképek nem illeszthetők össze a síkon, hiszen azok egy-egy foktrapéznek tekinthetők. Ennek a nehezen de-

finiálható vetületnek a helyettesítésére kényszerülünk. A helyettesítő vetületnek a megfelelően paraméterezett szinuszosidális vetületet tekinthetjük (TIMÁR G.–MOLNÁR G. 2008).

Minden Vályi szelvényoszlophoz definiálni kell egy szinuszosidális vetületet úgy, hogy a hossztartó parallelkör minden esetben az Egyenlítőn van, míg a vetület középmeridiánja az adott szelvényoszlop közepét jelölő hosszúsági körön menjen keresztül (2. ábra). Miután a térképszelvényeket ebben az oszloponkénti rendszerben georeferáltuk, szükséges azokat egy egységes rendszerbe transzformálni.

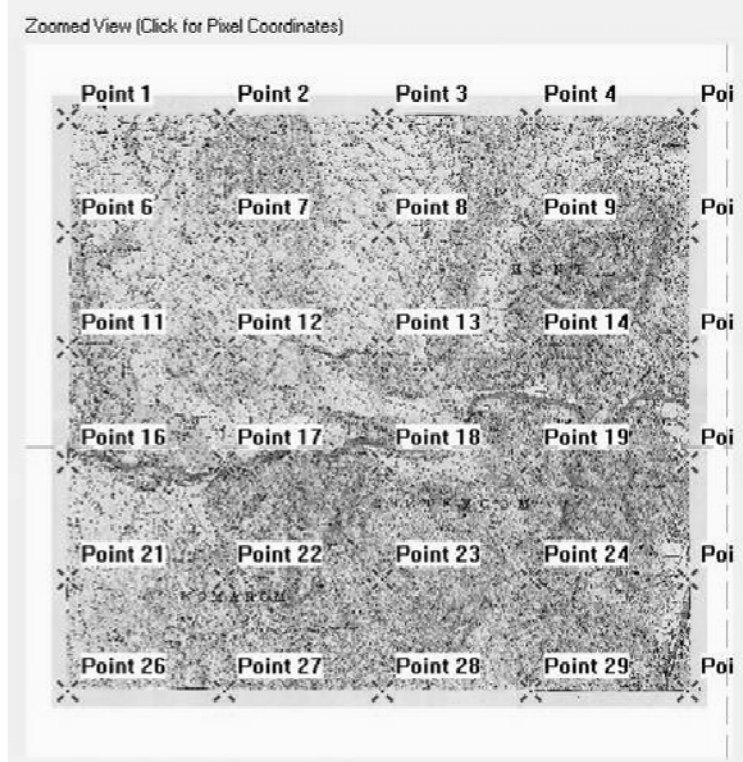


2. ábra A térképszelvényekből összeállított mozaik és az oszlopokhoz tartozó középmeridiánok a Duna térkép esetén

A Vályi-féle térképek szelvényein nem találunk vetületi koordinátákat, csak a földrajzi fokhálózat értékeit. A poliéder vetületben a szelvények széle a földrajzi fokhálózat vonalaival egybeesik (VARGA J. 2002), így a szelvény sarkaiban meghatározható mind a földrajzi hosszúság, mind a földrajzi szélesség értéke fokban. A földrajzi hosszúság esetén felmerül az a probléma, ami a Magyar Királyság régi térképeire jellemző: az akkori kezdőmeridiánnak a ferrói kezdőmeridiánt tekintették (TIMÁR G. 2007). Így a mai, Greenwich-től értendő földrajzi hosszúság értékek meghatározásához át kell térnünk a Ferrótól számított értékekről. Ezekhez a számításokhoz az Albrecht-különbséget alkalmaztuk (TIMÁR G. 2007). Az így kapott hosszúság értékeket használtuk a térképszelvények georeferálása során.

A szelvények georeferálása

A térképszelvények georeferálása során nem az általánosan használt módszert alkalmaztuk (valós földi illesztőpontok megjelölése), hanem minden szelvényen a lehetőség szerinti legtöbb fokhálózati metszéspontot. A földrajzi koordináták gyors meghatározásához és kiszámításához egy kisebb segédprogram lett megírva, mely az aktuális szelvény bal felső sarkának földrajzi koordinátái alapján kiszámítja a többi, szelvény területére eső metszéspont koordinátáit és egyszerű szöveges állományba exportálja azt, mely könnyen beolvasható a legtöbb geoinformatikai programba (3. ábra).



3. ábra Az alkalmazott program képe az illesztőpontokat tartalmazó állomány importja után

Pontosságvizsgálat

A szelvények georeferálása után szükséges az illeszkedés pontosságának vizsgálata. Mai modern adatrendszerekkel (mint Google Earth műholdképek vagy a Harmadik Katonai Felmérés georeferált szelvényeit tartalmazó digitális mozaik (BISZAK S. et al. 2007)) összehasonlítva az átlagos hiba 100 és 350 m között változik (4. ábra).



4. ábra Vének település képe a Vályi-féle Duna térképen és a Google Föld műholdképén

Ha feltételezzük, hogy a térképek nyomtatása és későbbi szkennelése során 1 mm-es hibák is felléphetnek a térkép méretében, beláthatjuk, hogy a hiba csaknem egyharmadát (125 m) ez okozza.

Köszönetnyilvánítás

A szerző ezúton köszöni meg Verebiné Fehér Katalinnak (ELTE, Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék) a térképek felkutatásában és Timár Gábornak (ELTE, Geofizikai és Űrtudományi Tanszék) a cikk elkészítésében nyújtott segítségét.

A projekt az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg, a támogatási szerződés száma TÁMOP 4.2.1./B-09/1/KMR-2010-0003.

Geotrade Kft. GNSS hálózata

Nagy Géza c. főiskolai docens
(Geotrade Kft.)

Ha centiméter körüli mérési pontosságra van szükségünk GPS méréseinkkor, akkor az ún. differenciális módszert kell alkalmazzuk, azaz két vevőt kell használnunk!

Differenciális módszer a műholdról kapott korrekció (WAAS, EGNOS) is, de a földi módszerek DGPS és RTK módszerei is.

RTK (Real Time Kinematic) módszer, amikor valós időben tudunk bemérni és kitűzni!

DGPS vagy RTK mérések során szükségünk van differenciális korrekcióra. Ezt a korrekciót egy másik GPS vevő bázisállomásként szolgáltathatja. Az 1990-es évek közepétől ezt a mérési módszert a bázisról rádióval sugárzott korrekcióval használták.

A rádiós módszer hátrányát a viszonylag kis hatótávolság – mivel az adatrádiózás kimenő teljesítményét Magyarországon komolyan korlátozták – valamint a bázisállomás állandó újratelepítési kényszere adta.

A mobil-telefonია rohamos terjedése (1994-től van mobil adatszolgáltató Magyarországon) adott arra lehetőséget, hogy ezt a korrekciót GSM telefontal – betárcsázós, hang alapú átvitelrel – lehessen használni a költséges és kis hatótávolságú adatrádiók helyett. Ennek a GSM alapú adatátvitelnek meg egy óriási előnye volt, a “társ” SIM kártya, mely lehetőséget adott az ingyenes adatátvitelre.

Hátránya továbbra is a bázisállomás állandó újratelepítési kényszere volt. Arról most nem is beszélve, hogy ezekkel a technológiákkal a Felhasználónak 2 db GPS-t (Bázis és Rover) kellett vásárolnia és fenntartania.

NTRIP

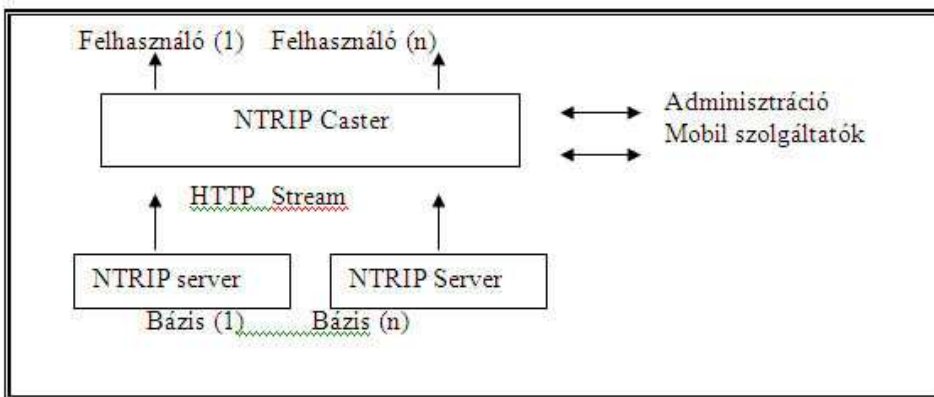
Az internet rohamos fejlődése és terjedése tette lehetővé, hogy nagy távolságba, rövid idő alatt lehessen adatokat továbbítani és a terepen is lehetőségé vált a GPRS kapcsolatú adatvétele.

2004-ben fejlesztette ki a Német Szövetségi Kartográfiai és Geodéziai Intézet (BKG) az úgynevezett **NTRIP** (**N**etwork **T**ransport of **R**TCM via **I**nternet **P**rotocol) protokollt

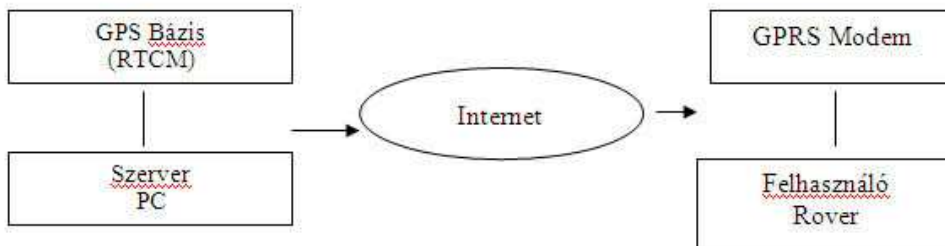
Ez a protokoll tette lehetővé, hogy bázisállomások hálózatát alakíthassuk ki és egy erre alkalmas hardware és szoftver együttessel a bázisállomások adatait a roverek majd valós időben megkaphassák!

Miből is áll az NTRIP hálózat?

- NTRIP Source (forrás), amely egy meghatározott területre DGPS és RTK adatokat generál
- NTRIP Server , amely egy vagy több forrásból adatot továbbít az NTRIP hálózatba
- NTRIP Caster, a “fő” adó, amely az adatok forrásai és használói közötti integrációt valósítja meg



Felhasználói oldal:



Geotrade GNSS

2007-ben határoztuk el, hogy egy ilyen bázisállomás hálózatot építünk ki az országban. Elsősorban partnereinkre (egyetemek, középiskolák, nagyobb geodéziai vállalkozások) és saját forrásainkra támaszkodva 5-6 bázisállomással indultunk. Az első év a teszté, volt, aztán 2008-tól perc alapú díjszabást vezettünk be. Ez a „hálózat” úgynevezett „egybázisos” rendszer, mellyel – egyenlőre – nem lehet hálózati megoldásokhoz (FKP, VRS) jutni.

Alternatív rendszer, ami azt jelenti, hogy mindazok a kollégák, akik nem joghatállyal járó geodéziai munkákat végeznek (felmérés, kitűzés, gép-

vezérlés, precíziós mezőgazdaság), térítés ellenében használhatják korrekciós szolgáltatásunkat.

2011 végére 16 bázisállomást illesztettünk hálózatunkba, mely használata dinamikusan növekszik! Ezen bázisállomások 45-50km-es körzetében a helymeghatározás pontossága eléri a 10-25 mm vízszintes és 20-40mm magassági értékeket.

A hálózat főleg Trimble bázisokat tartalmaz, 5700-as, R7-es, NETRS, valamint NetR5 CORS vevőket Zephyr Geodetic antennákkal. A 16 bázisból 5 GLONASS-os (BUDA, Debrecen, Győr, Keszthely, Békéscsaba), de további fejlesztéseket szeretnénk.

GNSS korrekciós rendszerünk honlapja: www.geotradegnss.com, ahol regisztráció után a következő szolgáltatások érhetők el:

- On-line korrekció
- Letöltés utófeldolgozáshoz
- Utófeldolgozás

On-line korrekció:

16 bázisról 4–6 (CMR+RTCM 2.1,2.3,3.0,3.1 - GLO) formátum érhető el, így valamivel több mint 70 stream áll felhasználóink rendelkezésére.

Letöltés utófeldolgozáshoz:

Mind a 16 bázisállomásról letölthetők mérési fájlok (RAW,DAT,RINEX), melyek 1 órák (1Hz, integrálási idővel, azaz 3600 mérés egy órában).

Szerverünkön folyamatosan 90 napig lehet elérni a helyi időnek megfelelő fájlokat, tömörített formában.

A letöltés folyamata: NTRIP szerver – Web szerver – Felhasználó pc-je.

A letöltés előtt megnézhetjük, hogy a kért időpontban a kért bázison milyen volt a rendelkezésre állás, azaz mennyire volt hibátlan a bázis aznapi működése. A rendelkezésre állás állapotától függően dönthetünk a fájlok letöltéséről.

Utófeldolgozás

Az utóbbi évben sok Felhasználónk kért meg bennünket, hogy dolgozzuk fel statikus, vagy utófeldolgozós kinematikus (PPK, Stop & Go)méréseit, mert nem lett volna gazdaságos számára egy komplett utófeldolgozó szoftver beszerzése. Gyakran kerestek meg néhány pont (álláspont és tájékozó pont) számításával. Ezért, piaci igény alapján indítottuk utófeldolgozó szolgáltatásunkat!

A Nyugati- és Délkeleti-Nyírség szélrózsiós szempontú összehasonlító vizsgálata⁴

Dr. Négyesi Gábor¹ – Borsos Lajos² – Orosz István Dávid³

1, adjunktus, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
negyesi.gabor@science.unideb.hu

2, geográfus hallgató, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
borsoslajos@freemail.hu

3, geográfus, oroszistvandavid@gmail.com

4. A kutatás az OTKA K 83560 sz. TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 pályázat támogatásával készült

Abstract: Wind erodibility of two sample areas were examined using wind tunnel. Potential wind erosion maps were created on the basis of wind erodibility measurements carried out in wind tunnel. Taking into consideration the present circumstances, our examinations pointed out that, the protection of Nyugati-Nyírség is more reasonable, because there are more cultivated area, than in the Délkeleti-Nyírség so these surfaces are bare in most of the year (mainly in the spring period which is most dangerous from aspect of wind erosion). Defence of these area is enhanced by the fact, that high productivity can be achieved on that soils (because of its good quality); which raise the of the area. This doesn't mean that soils on Délkelet-Nyírség don't have to be protected from wind erosion, or other soil degradation processes, but all of the area is less exposed to the effect of wind erosion.

Bevezetés

A szélrózsió súlyos problémát jelent az egész világon. LAL, R. (1994) szerint a szélrózsiótól sújtott mezőgazdasági területek a Földön 550 millió hektáryi területet tesznek ki. OLDEMAN, L. R. et al. (1991) táblázatában a szél által erodált európai területre 42 millió hektárt adott meg. A globális klímaváltozás hatására a veszélyeztetett területek kiterjedésének növekedése várható. A szélrózsió hazánkban is komoly károkat okoz. A hazai kutatások kezdetben elsősorban a rosszabb termőképességű homokterületekre irányultak. BORSY Z. (1974) szerint a szélrózsiótól legjobban veszélyeztetett futóhomok területek az ország felszínének 20 %-át foglalják el.

A szélrózsiós kutatások alapján elmondhatjuk (LÓKI J. 2003), hogy a szélrózsió nemcsak a futóhomok területeken érezteti hatását, hanem a kötöttebb talajú felszíneken is komoly károkat idéz elő. A szélrózsió mechanizmusának és a védekezés lehetőségeinek a tanulmányozása elsősorban azért indokolt, mert az egyik legfontosabb természeti erőforrásunknak – a talajnak – a védelmét segíti elő. A szélrózsióból származó por légköri felhalmozódása hatással van az emberi egészségre és a levegő minőségére is.

Az egyetemünk szélcsatornában vizsgáltuk a választott mintaterület eltérő fizikai talajtípusainak az erodálhatóságát és az így kapott mérési eredményekből, valamint a területhasználati adatokból szerkesztettük meg a Nyugati- és a Délkeleti-Nyírség potenciális szélrózsió-veszélyeztetettségi térképét. A Nyírség e két része azért tűnik jó választásnak, mert a Nyírség két

különböző táji adottságokkal rendelkező területéről van szó, amelyek számos olyan tulajdonsággal (geomorfológiai, talajtani, területhasználati, stb.) rendelkeznek, amelyek a széleróziót eltérően befolyásoló tényezők kialakulását tették lehetővé.

Anyag és módszer

A jelenlegi éghajlati körülmények között hazánkban a szélerózió csak antropogén hatásra (szántás, tárcsázás, stb.), elsősorban a tavaszi hónapokban következik be. Ezért a terepen egyrészt a szedimentológiai, másrészt a szélcsatorna vizsgálatokhoz a különböző talajtípusokból mindig a felső szántott rétegből (0–20 cm) gyűjtöttünk mintát. A mintavételi helyek kiválasztása az Agrotopo 100 000-es méretarányú adatbázisa alapján történt a talajok textúrájának figyelembe vételével (*1. ábra*).

A széleróziós vizsgálatokhoz a Délkeleti- és a Nyugati-Nyírség különböző pontjairól 43 talajmintát gyűjtöttünk be, amelyeknek szedimentológiai laboratóriumban meghatároztuk a mechanikai összetételét (Köh-pipettával), CaCO₃- (Scheibler készülékkel) és humusztartalmát (Tyurin-módszerrel), valamint a pH értékeit (vizes és kálimkloridos módszer).

A kísérletekhez felhasznált talajmintákat az USDA (USA Talajtani Szolgálat) által kidolgozott textúraminősítés osztályába soroltuk be.

A széleróziós vizsgálatokat a Debreceni Egyetem szélcsatornájában végeztük. A szélcsatorna paramétereit, valamint szélcsatornában elvégzett mérések menetét korábbi tanulmányaink tartalmazzák (LÓKI J. 1997, NÉGYESI G. 2010).

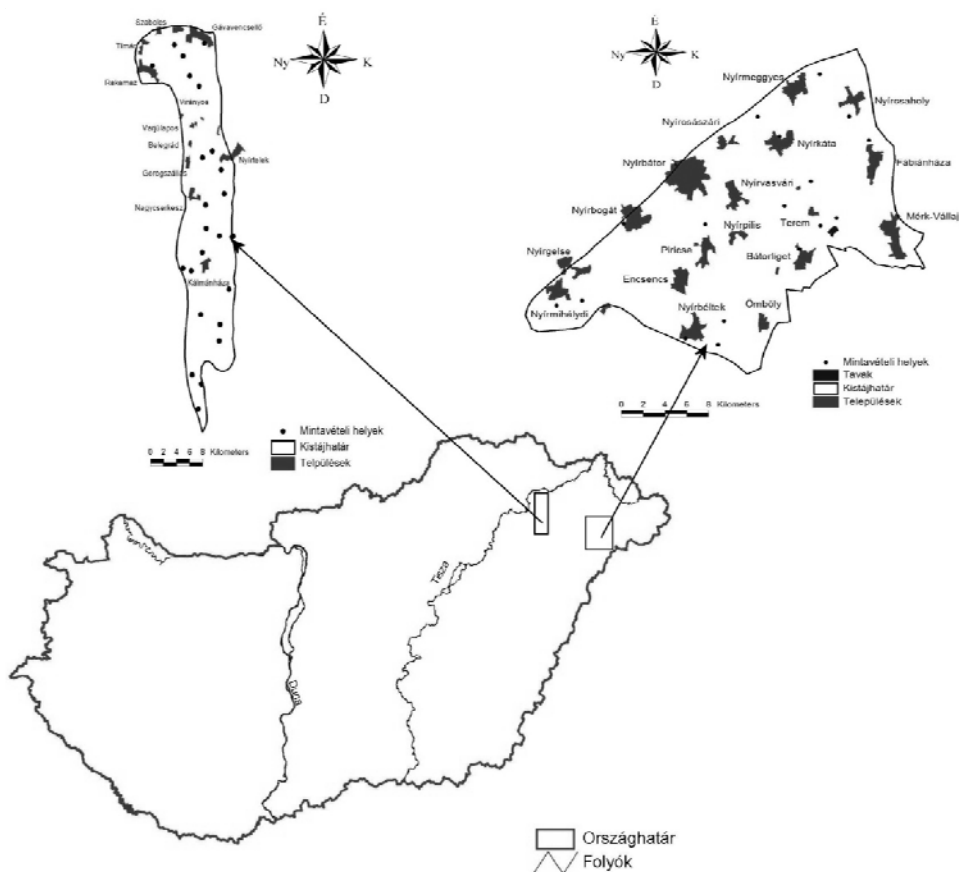
A szélcsatornában végzett kísérletsorozatok során nyert erodálhatósági adatokból potenciális széleróziós térképeket szerkesztettünk, majd ebből kivontuk egyrészt azokat a területeket, amelyek állandó növényzettel fedettek, másrészt azokat, amelyek egyéb tulajdonságuk (beépített területek, halastavak) okán a szélerózió által ténylegesen nem érintettek.

A térképi feldolgozást Arcview 3.2, az adatok elemzését Microsoft Excel szoftverrel végeztük el.

Eredmények

A kritikus indítósebesség vizsgálatának eredményei

A homok textúrájú talajok kritikus indítósebessége 6,2–7,3 m/s között változott, vagyis nem voltak nagy eltérések az egyes minták között. A mérési eredmények arra utalnak, hogy azok a minták, amelyekben az apró- és közepes szemű homok százalékaránya a legmagasabb, a legkisebb mértékben ellenállóak a szélerózióval szemben.



1. ábra a mintavételi helyek térképe

A vályogos homok textúrájú talajminták kritikus indítósebessége 6,4–9,1 m/s között változott. Ezeknek a talajmintáknak már alacsonyabb a homoktartalma, de ahhoz még mindig elég magas, hogy a homok textúrájú talajokéhoz hasonló, alacsony kritikus indítósebességet tegyen lehetővé.

A homokos vályog textúrájú talajminták már magasabb kritikus indítósebességgel rendelkeznek, mint az előző két csoport. A mért értékek 7,5–9,8 m/s között változtak. Ennek oka, hogy ezeknek a talajmintáknak már magasabb az iszaptartalma, ami jobban összetapasztja a szemcséket, ezáltal a szélnek nagyobb energiát kell a szemcsék mozgásba lendítésére fordítani.

A vályog textúrájú talajok kritikus indítósebessége 9,3–11,6 m/s között változott. Ezeknek a talajmintáknak már csak kevesebb mint 50%-a homokfrakció, az iszap (és néhány minta esetében) az agyag dominál.

Az iszapos vályog textúrájú talajok kritikus indítósebessége 10–11,6 m/s között változott. Ezeknek a mintáknak a fő frakciója az iszap (50%-os túlsúlyban).

Az erodálhatósági vizsgálatok eredményei

A mérési eredményeket áttanulmányozva megállapítottuk, hogy az erodálhatóság mértéke elsősorban a talajok szemcseösszetételétől függ. Ezért a továbbiakban az egyes textúra osztályokba tartozó talajok erodálhatóságát értékeljük. Az eredményeket összefoglaló jelleggel az *1. táblázat* tartalmazza.

1. táblázat A két mintaterült erodálhatósági értékeinek összefoglaló táblázata

	Délkelet–Nyírség		Nyugati–Nyírség	
	Erodált anyag mennyisége átlagosan (gramm)	Erodált anyag mennyiségének szélsőértékei (gramm)	Erodált anyag mennyisége átlagosan (gramm)	Erodált anyag mennyiségének szélsőértékei (gramm)
homok textúra	6500	6290–7000	6570	6260–7150
vályogos homok textúra	5940	5840–6270	6080	6030–6130
homokos vályog textúra	3780	3180–4130	5200	3940–6200
vályog textúra	–	–	1980	360–4080
iszapos vályog textúra	–	–	760	360–1550

A homok textúra osztályba tartozó talajok nagyon érzékenyek a szél-erózióval szemben. A homoktalajok átlagosan 6,4 m/s-on lendülnek mozgásba, de az egyes minták között vannak eltérések, aminek elsősorban az egyes minták közötti szemcseösszetétel-különbség, valamint a mész- és szerves anyag tartalom az oka. Az átlagos talajvesztés mind a Délkeleti-Nyírség mind pedig a Nyugati-Nyírség esetében kb. 55%-os volt. Ez megfelel 2,5–2,7 cm anyag eltávozásának.

A vályogos homokkal végzett kísérletek méréseredményei is jelentős talajelhordásra hívják fel a figyelmet. A maximális szélesebességnél mért talajvesztés kb. 50%-os volt a kiindulási értékhez képest. Ez megfelel 2,5 cm vastagságú anyag eltávozásának. A vályogos homok textúrájú talajoknál (hasonlóan a homok textúrájú talajokhoz) is megfigyelhetők az erodálhatóságban mutatkozó különbségek.

A homokos vályog textúrájú talajok átlagos kritikus indító sebessége 8,7 m/s volt. Ez az érték is jelzi, hogy az ebbe a kategóriába tartozó talajoknál – a szemcsék közötti nagyobb kohéziós erő miatt – a defláció lassabban indul. A maximális szélesebességnél a talajok átlagos erodálhatósága kb. 30–

45%-os veszteséget volt a kiindulási értékhez képest, ami megfelel 1,5–2,2 cm vastagságú talaj eltávozásának.

A vályog textúrájú talajoknál a homoktartalom csökkenése és az iszap+agyag arányának növekedése megmutatkozott a kritikus indító sebességükben, amelynek átlagos értéke 9,7 m/s volt. A szélsébséget a kritikus indító érték fölé emelve egészen 13 m/s-ig alig érzékelhető a talajmozgás. A 15 m/s-os sebességű szélnél mért talajveszteség átlagos értéke 15%-os volt a kiindulási értékhez képest. Ez megfelel 0,7 cm talaj eltávozásának. Két mintánál (Nagyecserkesz és Bedőbokor) mértünk kiugróan magas értéket a többihez képest; ezeken a területeken intenzív szántóföldi művelés folyik, valószínűleg ennek a romboló hatásának tudható be az, hogy az elporosodott szerkezetű talajokat a szél könnyebben tudja erodálni.

Az iszapos vályog talajoknál az erózió indulásához a szél sebességét átlagosan 10,9 m/s-ra kellett emelni. Ez az érték is jelzi, hogy ezeket a talajokat csak a nagy sebességű szelek tudják mozgásba hozni. A 15 m/s-os sebességű szélnél mért talajveszteség átlagos értéke 6–7%-os volt a kiindulási tömeghez képest. Ez megfelel 0,3–0,4 cm talaj eltávozásának.

A potenciális szélerózió-veszélyeztetettségi térkép

A szélcsatornában végzett kísérleteink átlageredményei alapján meghatároztuk az egyes textúra osztályokba tartozó talajok kritikus indító sebességét, valamint a különböző szélsébségen szállított talaj mennyiségét. A létrehozott adatbázisok egyértelműen jelzik a talajok erodálhatóságának mértékében mutatkozó jelentős eltéréseket.

A mérések átlageredményeit tartalmazó adatbázisok és az *Agrotopo* adatbázis lehetőséget nyújtanak arra, hogy térinformatikai szoftver segítségével elkészítsünk egy olyan új adatbázist, amely a mintaterület talajainak potenciális erodálhatóságát tartalmazza. Az adatbázisok összekapcsolhatóságának érdekében, az általunk meghatározott kritériumok alapján, a mérési átlageredményeket az alábbi veszélyeztetettségi területekre bonthatjuk:

- Nagyon erősen veszélyeztetett
- Erősen veszélyeztetett
- Közepesen veszélyeztetett
- Gyengén veszélyeztetett
- Kevésbé veszélyeztetett
- Nem veszélyeztetett

A térképek elkészítésénél a talajtani és a területhasználati adottságokat vettük figyelembe. Ez azt jelenti, hogy a talajtani térkép fedvényéből kivontuk azokat a területhasználati egységeket, amelyek fedettségük miatt nem jelentenek a szélerózió számára kiindulási felületet. Ilyenek például a beépí-

tett területek (települések, ipari területek, utak, vasutak és kiegészítőik, szórt jellegű települések), egyéb antropogén létesítmények (halastavak, hulladéklerakó telepek) illetve bizonyos zárt természetes növénytakarójú felszínek (erdők, legelők, lápos területek stb.). Végeredményben így a szántókat és a degradált gyepeket minősítettük a hozzájuk tartozó talajtani adottságok alapján.

A rendelkezésre álló adatbázisok lehetővé teszik a területi statisztikák elkészítését is. Meghatároztuk az egyes kategóriába eső területek kiterjedését és a két terület összterületéhez viszonyított százaléktörtét is. Ennek eredményeit a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat A potenciális szélroziós veszélyeztetettség mértéke a két nyírségi területen

Szélrozió-veszélyeztetettségi kategóriák	Délkelet-Nyírség		Nyugati-Nyírség	
	Terület nagysága (km ²)	Százalékban (%)	Terület nagysága (km ²)	Százalékban (%)
nagyon erősen veszélyeztetett	265,1	47,3	257,2	64,4
erősen veszélyeztetett	30,9	5,5	4,6	1,2
közepesen veszélyeztetett	-	-	41,4	10,4
gyengén veszélyeztetett	-	-	23,2	5,8
kevésbé veszélyeztetett	-	-	13,4	3,4
nem veszélyeztetett	264,7	47,2	59,6	14,9
Összesen	560,8	100,0	399,4	100

A táblázat adatai jól tükrözik a két terület eltérő geomorfológiai-talajtani-területhasználati adottságait is. Látható, hogy százalékosan a Nyugati-Nyírségben jelennek meg azok a területek, amelyeket a szélrozió leginkább veszélyeztet. Ez elsősorban abból adódik, hogy az ott található talajoknak jobb a termőképessége, mivel magasabb a szerves anyag tartalmuk, illetve nagyobb arányban tartalmaznak finomabb talajszemcséket (elsősorban iszapot) amelyek jobban megkötik a tápanyagot. Éppen emiatt a Nyugati-Nyírségben magas a művelt területek aránya és kicsi az erdők és a legelők (elsősorban ez a két kategória csökkenti a szélroziós szempontból nem veszélyeztetett területek arányát). Ugyanakkor itt érdemes felhívni a figyelmet a talajtani térkép méretarányából eredő hibákra, ami az abból készült digitális térkép pontosságát is befolyásolja. Az 1:100 000 méretarányú térkép nem tette lehetővé, hogy a terület geomorfológiai adottságaiból következő talajtani különbségeket feltüntessük, így itt ezekre csak szóban hivatkozunk. A Nyugati-Nyírségben számos helyen talákoztunk olyan talajokkal, amelyek iszap és agyagtartalma egyaránt magas volt, ezek a szél számára elég ellenállóknak bizonyultak. Ezek elsősorban nagyobb kiterjedésű deflációs laposok-

ban fordulnak elő. Ugyanakkor ezeket a talajtérkép egységesen homok és homokos vályog textúrákba sorolja, holott ezek mechanikai összetételük alapján nyilvánvalóan nem tartozhatnak abba a textúra osztályba. Azonban a mérési eredményeinket a digitális talajtérkép feltjait hoztunk, emiatt ezeket is az ehhez a talajtextúra osztályhoz rendelt, nagyon erősen veszélyeztetett kategóriába soroltuk.

Általánosságban a két terület szélerózió-veszélyeztetettségével kapcsolatosan az alábbiakat lehet elmondani:

- különösen érzékenyek azok a területek, amelyek kiterjedt akkumulációs formákból állnak, felszínüket döntően homokot tartalmazó talajok borítják és szántóföldi művelés alatt állnak, valamint ide tartoznak a Nyugati-Nyírség alföldi mészlepedékes csernozjom talajai is, amelyek jó termőképességűek, emiatt intenzív mezőgazdasági művelés alatt állnak. Ezek védelme (pl. mezővédő erdősávokkal) különösen indokolt.
- érzékenyek azok a legelők, amelyeknek növényzettel borított felszínét az állati taposás megbontotta, ezáltal a felszínre kerülő talajt a szél meg tudja támadni. Legelő jellegű területek elsősorban a Délkeleti-Nyírségben találhatóak. Ezek egy része a Natura 2000 védelme alatt áll, így elvileg ésszerű, a természetvédelmi szempontokat figyelembe vevő használatuk megoldott.
- kevésbé érzékenyek a szélerózióra azok a kiterjedt, tagolatlan deflációs felszínek, amelyek a Nyugati-Nyírségben számos helyen megtalálhatóak pl. Téglástól nyugatra, Görögszállástól északkeletre. Ezek sokszor szikes laposok, amelyek kedvezőtlen időszakokban belvízelöntés alatt állnak. Ebbe a csoportba sorolhatjuk a Nyugati-Nyírség északi részének szélbárzdákkal és maradékgerincekkel tagolt, löszös homokkal, homokos löszszel borított felszíneit is.
- nem veszélyezteteti a szélerózió azokat a területeket, amelyeket erdők és legelők borítanak. Ez a magyarázata annak, hogy a Délkeleti-Nyírségnek majdnem az 50%-át nem veszélyezteteti a szélerózió. Ott ugyanis az erdő-ülség aránya 35%, a maradék kb. 10%-ot a legelők és a települések teszik ki.

Összefoglalás

43 talajmintán vizsgáltuk a potenciális széleróziót egy nyugati – és egy délkeleti-Nyírségi mintaterületen. A szélcsatornában végzett erodálhatósági méréseink alapján elkészítettük a terület potenciális széleróziós térképét és meghatároztuk a két mintaterület szélerózió szempontjából veszélyeztetettnek minősíthető területeinek kiterjedését. Ez alapján úgy gondoljuk, hogy a két terület közül a jelenlegi állapotokat figyelembe véve inkább a Nyugati-

Nyírség szélrózsió elleni védelme indokolt, mivel ott nagyobb a szántófüldi művelésbe bevont területek aránya, emiatt ezek az év jelentős részében (különösen a szélrózsió szempontjából legveszélyesebb tavaszi időszakban) növényzetmentesek. Tovább erősíti az e területek iránti védelmi igényt az a tény, hogy ezeken a talajokon (azok jó termőképessége miatt) magas termés-hozamokat lehet elérni, amivel a terület megtartó-képességét növelni lehet. Természetesen ez nem jelenti azt, hogy a Délkeleti-Nyírség talajait nem kell megóvni a szélrózsiótól (vagy egyáltalán bármilyen talajdegradációs folyamattól), de a jelenlegi körülmények között az összterület egésze ott kevésbé van kitéve a deflációnak.

Irodalom

- BORSY Z.* (1974): A futóhomok mozgásának törvényszerűségei és védekezés a szélrózsió ellen. Akadémiai doktori értekezés. Kézirat. p. 322.
- LAL, R.* (1994): Methods and guidelines for assessing sustainable use of soil and water resources in the tropics. Prepared for Soil Management Support Services, U. S. Department of Agriculture Soil Conservation Service, and U. S. Agency for International Development, SMSS Technical Monograph 21. Ohio State University, Department of Agronomy.
- LÓKI J. – SZABÓ J.* (1997): Neuere Windkanaluntersuchungen der Deflationssensibilität von Böden des Ungarischen Tieflandes Zeitschrift für Geomorphologie 41. pp. 145–159.
- LÓKI J.* (2003): A szélrózsió mechanizmusa és magyarországi hatásai. MTA doktori értekezés. Kézirat. p. 265
- NÉGYESI G.* (2010): Szélrózsió-veszélyeztettséget befolyásoló tényezők vizsgálata alföldi mintaterületeken, Debrecen, p. 159.
- OLDEMAN, L. R.–HAKKELING, R. T. A.–SOMBROEK, W. G.* (1991): World map of the status of human-induced soil degradation: An explanatory note. Wageningen, The Netherlands and Nairobi, Kenya: International Centre and United Nations Environment Programme.

Önkormányzati térinformatikai rendszerek adattartalmának alkalmazási lehetőségei a településföldrajzi kutatásokban

Ónodi Zsolt¹

¹ tanársegéd, Eötvös Loránd Tudományegyetem, onodi.zs@gmail.com

Abstract: Much of the data collected and used in municipal GIS is methodically suitable for scientific usage. Research on settlement geography could also use these databases for various surveys where no other data is available. To reach this goal, firstly we have to know what kind of data is collected by local governments and used in their GIS. Secondly, we have to gain sufficient knowledge on all relevant laws and regulations of data management and security which has very strict expectations and rules. Thirdly, we have to get local governments interested in giving out data for scientific usage. And finally, the researcher must be creative, open-minded and capable for sorting, converting and combining data for his own purpose.

Bevezetés

A térinformatika az alapkutatásoktól kezdve a leggyakorlatiasabb feladatokig széles körben alkalmazott eszköz. Mint ilyen, kiválóan alkalmas a tudományos élet (az elmélet) és az alkalmazási területek (a gyakorlat) eredményeinek összekapcsolására, ezek átvételére. Bár a tudományos kutatások elsődleges célja a publikáció, örvendetes, ha ezek eredményei beépülnek az alkalmazott kutatásokba vagy akár közvetlenül a mindennapi alkalmazásokba, s ezáltal gazdasági és társadalmi hasznot termelnek (TÓTH J. 2008). Az információáramlásnak ez az iránya, az elmélettől a gyakorlat felé teljesen megszokott, s a térinformatikában is megfigyelhető: az új módszerek, új adatfajták és adatok gyorsan elterjednek a mindennapi használatban. A tudomány és az alkalmazás közötti kapcsolat azonban nem egyirányú, éppúgy megfigyelhető a gyakorlatban szerzett tudás elméleti jellegű vizsgálatokban való alkalmazása is. Vagyis a használatban lévő, működő térinformatikai rendszerek éppúgy tudják segíteni a tudomány fejlődését, ahogy a tudományos eredmények segíthetik a mindennapi problémák megoldását.

Különösen fontos ennek a kapcsolatnak az erősítése és használata a településföldrajzi kutatásokban, főképp a települések belső viszonyainak vizsgálatakor, mivel ezeknél a vizsgálatoknál rendszerint adathiánnyal szembesül a kutató. Adatbázis híján a szükséges adatokat csak idő- és költségigényes elsődleges adatgyűjtéssel tudná pótolni, gyűjteni, amennyiben erre lehetősége nyílik. Tanulmányomban bemutatom, milyen adatbázisok épülhetnek be egy önkormányzati térinformatikai rendszerbe, majd egy elvi, minden adatbázissal rendelkező („tökéletes”) rendszer tudományos alkalmazási lehetőségei közül ismertetem a jelentősebbeket.

Az önkormányzati térinformatikai rendszerek adattartalma

Az önkormányzati térinformatikai rendszerek hatékony működéséhez rengeteg – köztük sok térbeli – adat szükséges. Ezen adatok általános jellemzői:

- szinte kizárólagosan a település belső viszonyaira vonatkoznak,
- földrajzi lefedettségük határa a település határával egyezik,
- gyakori újragyűjtést és/vagy folyamatos frissítést igényelnek,
- ha a földrajzi térre vonatkoznak, koordinátáik pontosak.

Településföldrajzi vizsgálatokhoz mind időbeli, mind térbeli felbontásuk alkalmassá teszi őket. Ez azonban még nem jelenti azt, hogy valóban felhasználhatók lennének a tudományos kutatások során, hiszen fontos, hogy az adatok milyen jelenségre vonatkoznak, azaz szükséges az adatok tematikus csoportosítása is.

Az elvi, minden adatbázissal rendelkező („tökéletes”) önkormányzati rendszer elvi sémáját több szempontból közelítve érdemes felvázolni, mert bár az egyes megközelítések eredményeznek átfedéseket, alapvetően más adatbázisokat helyeznek előtérbe.

Egyik közelítés lehet az önkormányzatok jogszabályi kötelezettségei által előírt adatbázisok, nyilvántartások vizsgálata. Feltételezve, hogy azok az önkormányzatok, amelyeknél működik térinformatikai rendszer, igyekeznek minden nyilvántartásukat digitálisan vezetni, s lehetőleg a rendszer részévé tenni, az elvi, „tökéletes” önkormányzati térinformatikai rendszerben megtalálhatók a következő típusú adatok, nyilvántartások:

- népességszám változása (anyakönyvek, költözések),
- önkormányzati vagyonkataszter,
- települési címadatbázis,
- szociális segélyek,
- helyi adók,
- építésügyi feladatok, településrendezés,
- közműnyilvántartás és -fejlesztés,
- területfoglalási kérelmek,
- lakossági panaszok, kérések (ELEK I. 2006).

Egy másik közelítés a rendszerek építésére szakosodott, ezzel napi szinten foglalkozó szereplők rendszer sémáinak vizsgálata (CSERVENÁK R. 2011; KARIG G. – TÓTH L. 2011), mely alapján a következő tematikus adatbázisok érhetők el az elvi, „tökéletes” rendszerben:

- önkormányzati vagyonkataszter,
- ingatlan-nyilvántartás,
- építéshatósági adatbázis,
- főépítési munkák, városrendezési adatok,

- zöldterület nyilvántartás,
- környezetvédelmi adatbázis,
- közterület-használat, -felügyelet adatai,
- pályázatkezelési adatbázis,
- útnyilvántartási adatbázis,
- temetők, sírkertek adatai,
- parkok, játszóterek adatai,
- műszaki objektumok adatai,
- tömegközlekedés adatai (útvonalak, menetrend, megállók, stb.),
- közműnyilvántartások,
- adóalanyok adatai,
- településfejlesztések, beruházások adatai,
- művelődési, oktatási, sport adatok,
- egészségügyi adatbázis,
- közérdekű, közhasznú információk,
- okmányiroda,
- számvitel, pénzügy, vagyonkezelés adatai,
- ortofotó állomány.

A harmadik közelítés a felhasználók, az önkormányzatok feladatainak, beszámolóinak és egyéni igényeinek vizsgálata. Ezek alapján az elvi, „tökéletes” rendszer tartalmazza még a következő tematikus adatokat, adatbázisokat:

- domborzati információk (domborzatmodell, szintvonalas térkép, stb.) (WERNER Z. 2011),
- forgalomtechnikai adatok (KRESZ táblák, felfestések, forgalomterelő pollerek, stb.) (SZABÓ SZ. 2009),
- kerékpárutak, kerékpáros (SZTANISZLÁV T. 2010),
- lakossági bejelentések (NIKLASZ L. 2010),
- ortofotó állomány (SZABÓ SZ. 2009; WERNER Z. 2011),
- parkolás (PÁZMÁNYI S.–FÖLDI F. 2010),
- választási információk (választóközrtek) (SZALAI L. 2010).

Az elmúlt években szerzett személyes tapasztalataim egyfelől megerősítik a felsorolt adatbázisok vagy az irányukba támasztott igény meglétét, másfelől azonban azt mutatják, hogy a felsorolás még így sem teljes. Az adatok, ezen belül az önkormányzati munkában felhasználható adatok köre és mennyisége is folyamatosan bővül, a rendszerszemlélet és a térinformatika nyújtotta előnyöket és lehetőségeket az önkormányzatok egyre szélesebb körben ismerik fel, így folyamatosan újabb és újabb igényekkel állnak elő a megjelenítés, a kezelés, az elemzési eszközök terén éppúgy, mint az adatbázisok esetében. Az aktuális feladataikhoz igazodva ezért újabb és újabb adat-

bázisokkal bővíülhetnek a rendszerek. Ilyenek például a felszíni és felszínalatti vízvezetésre, a járdákra vagy a hulladékgyűjtésre vonatkozó adatbázisok.

Önkormányzati adatok a településföldrajzi kutatásokban

A településföldrajzi kutatások közül elsősorban a településszerkezeti, településszociológiai, vagyis a település belső viszonyait feltárni igyekvő kutatásokban lehetnek hasznosak az önkormányzati térinformatikai rendszerek bizonyos adatai, adatbázisai. Hogy melyik adatfajta, adatbázis alkalmazható egy-egy kutatásban, csak a kutatás témája, tárgya, valamint a kutató kreativitása határozza meg, néhány kutatási terület azonban már ma is alkalmazza ezeket az adatokat.

A **funkcionális morfológia** a település megjelenése (az épített, fizikai környezet tulajdonságai) és az adott településrészen jelenlévő funkciók közötti összefüggéseket vizsgálja, s ezek alapján próbálja felvázolni a település belső szerkezetét (CSAPÓ T. 2009). Az épített, fizikai környezetre vonatkozó információk (JANKÓ F. 2005), mint a beépítés magassága, a beépítés mértéke, a beépítés módja (zárt soros, ikres, stb.) kinyerhetők a *szabályozási tervből*, valamint kiegészíthetők, pontosíthatók (pl. tetőgerinc helyzete) az *ortofotó* alapján. A funkció megállapításához segítséget nyújthat az *ingatlan-nyilvántartás* adatai közül a területhasználat módja.

A **morfológiai kutatások** egy másik iránya a minőségi (pl. funkcióra vonatkozó) információk elhagyásával, pusztán alakotani tulajdonságok alapján (telkek, telektömbök kerülete, területe, irányultsága, stb.) próbálkozik a település szerkezetének jellemzésével (BÁDER R. 2011, ÓNODI ZS. 2011). Ezekben a vizsgálatokban még nagyobb szerepe van a *településrendezési adatoknak* (településszerkezeti és szabályozási terv), valamint az *ortofotónak*.

A **településnövekedési kutatások** a település méretét, kiterjedését, valamint szövetének sűrűsödését, ritkulását vizsgálják. Ehhez a települési lakosság számának, helyének változását és az épített, fizikai környezet változását használják fel (PETER G. et al. 2011, SZIRMAI V. et al. 2011), amelyre a *népességnyilvántartás*, valamint az *építhetőségi adatbázis* tartalmaz adatokat.

Az **urbanizációs ciklushoz** kapcsolódó (elsősorban szuburbanizációs) kutatások szintén hasznosítani tudják a *népesség számának változását*, főként a *költözéseket* tartalmazó adatbázisokat.

A **települési szegregátumok** vizsgálatához nagyon sokrétű adathalmaz szükséges, azonban még erre vonatkozóan is lehet adat egy önkormányzati rendszerben. Az *épületállományra vonatkozó adatai* alkalmasak lehetnek akár a slum jelenségek, akár a magasabb jövedelmű társadalmi rétegek szegregációjának vizsgálatára. Segítségét jelenthetnek még a *gazdasági környezetre vonatkozó információk* (működő vállalkozások száma, jellege) idősoros

adatbázisa, habár az ilyen jellegű adatok meglehetősen ritkák egy önkormányzati rendszerben.

Az önkormányzati térinformatikai rendszerek a fentiekén túl számos olyan adatbázissal rendelkeznek, melyek más, földrajzi jellegű kutatáshoz remekül felhasználhatók (pl. közlekedésföldrajz, centrum-periféria vizsgálatok, környezet- és természetföldrajzi témák, stb.), s bár ezen kutatások vizsgálati területe megválasztható úgy, hogy a település adja a kereteit, szemléletükben, módszertanukban ezek már nem a szűkebb értelemben vett településföldrajzhoz tartoznak.

Adatvédelmi, adatszolgáltatási problémák

Az önkormányzati adatok tudományos célú felhasználása esetén sem kerülhető meg az adatkezelés, adatvédelem kérdése, vagyis hogy egy adatot mire lehet felhasználni, és kinek, milyen feltételekkel lehet továbbadni? A témába vágó legfontosabb jogszabály az 1996. évi LXXVI. törvény a földmérési és térképészeti tevékenységről, amely szabályozza a térinformatika rendszerek térképi alapjainak létrehozását. Ez többek közt kimondja, hogy „*az állami és helyi önkormányzati térinformatikai rendszerek alapjául az állami térképeket és állami alapadatokat kell felhasználni.*” (15.§ (1)). Ugyanakkor kimondja azt is, hogy „*az állami térképek térinformatikai célú felhasználása az adatszolgáltatóval kötött megállapodás alapján – külön díj meghatározásával – történhet*” (7.§ (2)). A törvény mellett a 63/1999. (VII. 21.) FVM-HM-PM együttes rendelet a földmérési és térképészeti állami alapadatok kezeléséről, szolgáltatásáról és egyes igazgatási szolgáltatási díjakról szabályozza az önkormányzati térinformatikai rendszerek adatainak kezelését, ugyanis a díjtételek meghatározása mellett kimondja, hogy az állami alapadatok kezelése és szolgáltatása során a minősített adat védelméről szóló 2009. évi CLV. törvény és az információs önrendelkezési jogról és az információszabadságról szóló 2011. évi CXII. törvénynek megfelelően kell eljárni. Mindez a gyakorlatban egy igen bonyolult adatszolgáltatási rendszert eredményez, mely az állami adatok továbbadását általában ellehetetleníti.

Emiatt sokkal fontosabbá válnak azok az adatbázisok, melyek nem tartoznak az állami adatok körébe, vagyis az önkormányzatok vagy maguk gyűjtik őket, vagy piaci szereplőket bíznak meg az adatbázisok elkészítésével. Ezek felhasználásáról, továbbadásáról az önkormányzat szabadon dönthet, így ezek lehetnek elsősorban alkalmazhatók a tudományos kutatások során. Az állami adatok (vagyis a gyakorlatban szinte minden térképi állomány) felhasználása alapos jogi utánajárást igényel, de a rendelet 14.§ (2) szerint az oktatási és tudományos célú felhasználást miniszteri döntés díjmentessé teheti.

Az elméleti és gyakorlati oldal együttműködése

Bár az önkormányzati térinformatikai rendszerek adatai alkalmasak tudományos kutatásokban való felhasználásra, ezeknek a rendszereknek nem célja és feladata ezen kutatások támogatása. Ez a felhasználhatóság egyfajta pozitív externália, a rendszerek működésének kedvező mellékhatása. Az önkormányzat azonban nem érdekelt az externália erősítésében, sem abban, hogy a mellékhatás előnyeit a tudományos közeg kihasználhassa; viszont érdekeltté lehet tenni valamilyen rövid és/vagy középtávú haszonnal kecsegtető együttműködéssel.

Az Eötvös Loránd Tudományegyetemen a Földrajz BSc képzésben résztvevő hallgatók számára másodév végén a tanterv szerint nyári társadalomföldrajzi terepgyakorlatot szervezünk. Ennek keretében évek óta együttműködünk Veszprém és Várpalota Polgármesteri Hivatalával, akik számára általában adatgyűjtési, adatbázis építési munkát végzünk, melyre az önkormányzat önmaga nem, vagy csak nehézkesen tudna sort keríteni.

Az együttműködés során a hallgatók valódi szakmai tapasztalattal gazdagodnak, beleláthatnak a Hivatal működésébe, az alkalmazott adatok körébe és felhasználási területeikbe, a szakirányú képzés számára pedig iránymutatást jelentenek a naprakész ismeretek és az önkormányzatok világában aktuális problémák.

Az önkormányzat újabb és/vagy frissebb adatbázisokkal gazdagodik, ennek köszönhetően folyamatosan bővítheti térinformatikai rendszerét, ami a hivatali munkavégzés hatékonyságnövekedésében mérhető. Cserébe az együttműködésben résztvevő oktatók és az érdeklődő hallgatók számára elérhetővé teszik a térinformatikai rendszert és benne az adatbázisaikat, megosztják velük tapasztalataikat és szakmai segítséget nyújtanak számukra kutatásaik során.

Végző soron tehát megvalósul az adat és információ gyakorlati oldal felől az elméleti oldal felé mutató áramlása.

Összegzés

Az önkormányzati térinformatikai rendszerek adattartalmának jelentős része módszertanilag alkalmas vagy alkalmas lehet településföldrajzi kutatásban való felhasználásra. A felhasználás szűk keresztmetszetét az adatkezelés és adatvédelem jogi szabályozása jelenti, amelynek alapos tanulmányozása és megismerése után kiválasztható azon adatok köre, amely alkalmazható tudományos célokra.

A térinformatikai rendszerekben tárolt és felhasznált adatok mennyisége rohamosan bővül, s így elméletileg a tudományos téren alkalmazható adatok mennyisége is növekszik. A lehetőségek még ennél jobban is kiter-

jeszthetők, amennyiben a kutató kellően kreatív, széles látókörű, nyitott gondolkodású és fejleszti azon készségét, hogy adatok konvertálásával, kombinálásával, szűrésével nyerjen számára hasznosítható adatokat.

Azonban ha a jog által szűkített mozgástér ki is tágul a kutató konstruktív hozzáállásának köszönhetően, még egy akadályt le kell küzdeni: az érdekeltség hiányát. A tudományos alkalmazhatóság az önkormányzati rendszernek csupán mellékterméke, nem pedig fő célja. Az évek óta zajló terepgyakorlatok mára egyértelműen bebizonyították, hogy az ilyen fajta, rövidtávon is kölcsönösen előnyös együttműködés alkalmas lehet az érdekeltség megteremtésére, s így az utolsó akadály leküzdésére.

Amennyiben sikerül kialakítani az érdekeltségi rendszert, és az együttműködést folyamatosan erősíteni, a gyakorlati oldal által szolgáltatott adatok tudományos alkalmazásának még rengeteg kiaknázatlan lehetősége nyílhat meg.

Irodalom

1996. évi LXXVI. törvény a földmérési és térképészeti tevékenységről
2009. évi CLV. Törvény a minősített adat védelméről
2011. évi CXII. Törvény az információs önrendelkezési jogról és az információszabadságról
63/1999. (VII. 21.) FVM–HM–PM együttes rendelet a földmérési és térképészeti állami alapadatok kezeléséről, szolgáltatásáról és egyes igazgatási szolgáltatási díjakról
BÁDER R. (2011): Budapest XXI., XXII., XXIII. kerületének és XI. kerületének déli részének településszerkezeti vizsgálata. Szakdolgozat. ELTE Társadalom- és Gazdaságföldrajzi Tanszék, Budapest, 73 p.
CSAPÓ T. (2009): A magyar közép- és nagyvárosok belső szerkezete szombathely példáján. Vasi Szemle, 63/2., pp. 135-145.
CSERVENÁK R. (2011): Önkormányzati térinformatikai és városgondnoksági rendszerek bevezetése a Polgármesteri Hivatalokba. IN DR. LÓKI J. (szerk.): Az elmélet és gyakorlat találkozása a térinformatikában II. – Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás. Kapitális Nyomdaipari Kft., Debrecen, pp. 233-241.
ELEK I. (2006): Bevezetés a geoinformatikába. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 365 p.
JANKÓ F. (2005): Településmorfológiai kutatások – történeti adatkezelés és módszerek. Földrajzi Értesítő, 54/3-4., pp. 365-376.
KARIG G.–TÓTH L. (2011): Térinformatikai alapú komplex városüzemeltetési rendszerek. IN DR. LÓKI J. (szerk.): Az elmélet és gyakorlat találkozása a térinformatikában II. – Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás. Kapitális Nyomdaipari Kft., Debrecen, pp. 67-73.
NIKLASZ L. (2010): Törökbálinti rendszer – részleteiben – http://terinformatika-online.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=404&Itemid=84

- ÓNODI ZS.* (2011): A településmorfológiai kutatások újszerű módszerei. IN DR. LÓKI J. (szerk.): Az elmélet és gyakorlat találkozása a térinformatikában II. – Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás. Kapitális Nyomdaipari Kft., Debrecen, pp. 83-90.
- PÁZMÁNYI S. – FÖLDI F.* (2010): Közterületi parkolás ellenőrzése térinformatika segítségével.http://terinformatika-online.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=454&Itemid=84
- PETER G.* et al. (2011): Spatial and social development trends of metropolitan Vienna: An overview. IN Szirmai V. (szerk.): Urban sprawl in Europe. AULA Kiadó, Budapest, pp.107-140.
- SZABÓ SZ.* (2009): Veszprémi önkormányzati térinformatikai fejlesztés. http://terinformatika-online.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=314&Itemid=84
- SZALAI L.* (2010): Térinformatikai alkalmazások Pesterzsébeten. http://terinformatika-online.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=492&Itemid=84
- SZIRMAI V.* et al. (2011): Urban sprawl and its spatial, social consequences in the Budapest Metropolitan Region. IN Szirmai V. (szerk.): Urban sprawl in Europe. AULA Kiadó, Budapest, pp.141-186.
- SZTANISZLÁV T.* (2010): Térinformatikai alapú kerékpáros nyilvántartás. http://terinformatika-online.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=416&Itemid=84
- TÓTH J.* (2008): A magyar tudománypolitika hibái. Magyar Tudomány, 169/2., pp. 215-220.
- WERNER Z.* (2011): Térinformatikai rendszer felhasználása Érden. – http://terinformatika-online.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=555&Itemid=46

A szerves és szervetlen formában jelenlévő nitrogén változásának vizsgálata a mikrodomborzat függvényében

Őri Nóra¹ – Dr. Blaskó Lajos² – Dr. Czibalmos Róbert³

¹tudományos munkatárs, DE AGTC KIT Karcagi Kutató Intézet, orinora@agr.unideb.hu;

²MTA doktora, főigazgató, DE AGTC KIT Karcagi Kutató Intézet, blasko@agr.unideb.hu;

³tudományos munkatárs, DE AGTC KIT Karcagi Kutató Intézet, rczimb@agr.unideb.hu;

Abstract: Grassland ecosystems participate in the global cycle of carbon and nitrogen as a reservoir on those elements. The dynamics and accumulation of carbon and nitrogen stocks in soils depends on several factors including vegetation type, water regime, soil properties, etc. We studied the changes in the quantity and the ratio of total C- and N-content of soil samples collected from a grassland at Karcag depending on their location on the micro-relief. According to its total C and N content the deeper parts of the area can be classified into the “warm, moderate, humid” category while the higher parts into the “warm, moderate, arid” category indicating a significant difference between the accumulation capacity of the parts of different altitude. The C/N ratio – referring to higher degree of humification – was significantly lower in the deeper parts than in the higher parts.

Bevezetés

A talajok nitrogénkészletének kb. 95 százaléka szerves kötésben található, az így kötött mennyiség mintegy 25–40%-a alfa-amino nitrogén, másik része pedig aminocukrok, aminosavak és egyéb szervesvegyületek formájában mutatható ki (NÉMETH T. 2002). A nitrogént a növények nitrát- és ammóniumion formában veszik fel a talajból. Az egyes formák kimosódási ütemét vizsgálva szembeötlő, hogy a nitrácion kilúgzási veszteségei az ammóniumionformánál általában nagyobbak. A gyakorlatban a talajok hosszú távú N-szolgáltató képességére azok humusztartalmából következtetünk. Hazánk talajainak humusztartalma leggyakrabban 0,5–6% között alakul. Ezt azonban sohasem szabad a talaj fizikai összetételétől, genetikai típusától függetlenül megítélni. Míg egy homoktalaj esetében 2 százalékos humusztartalom általában nagy értéknek számít, addig kötött réti talajon ugyanezen érték nagyon sovány talajt jelent. A talajok döntően mikrobiológiai hatás alatt álló N-szolgáltató képessége vegetációs periódus során a hőmérséklet, nedvesség és egyéb tényezők (pl. mikrodomborzati viszonyok!) hatására folyamatosan változik. A talaj szerves nitrogéntartalma főleg humuszból, illetve egyéb szerves anyagokból származik (HUZSVAI L. et al. 2003). A humusz nemcsak a szén tárolása révén, hanem a talaj víz- és tápanyagtároló kapacitásának javításával is mérsékli a klímaváltozás hatásait. STEFANOVITS P. (1975) a magyarországi talajokat, N-ellátottság szempontjából jellemezte (csak áttételesen veszi figyelembe az egyéb talajtulajdonságokat) az alábbi kategóriákat közli:

- 0,05% N: igen szegény talajok,
- 0,05–0,10% N: gyengén ellátott talajok,
- 0,10–0,25% N: közepesen ellátott talajok,
- 0,25–% N: jól ellátott talajok.

A talaj össz-nitrogén tartalmának növekedése elsősorban a talajban lejátszódó mikrobiológiai folyamatok függvénye. Ez azt is jelenti, hogy a talajnak azokban a szelvény szintjeiben található a legtöbb nitrogén, melyben a (mikro)biológiai tevékenység a legaktívabb. Ez általában a humuszos réteg. Az összes-nitrogén talajszelvénybeli eloszlása követi a humusztartalom eloszlását. A mennyiségi összefüggésen túl minőségi összefüggés is található, a tényleges nitrogén tartalom függ a humusz minőségétől is. A talajok nitrogén-ellátottságának csökkenése az alábbi okokra vezethető vissza:

- az össz-N tartalom csökkenése, vagy
- a nitrogén oldhatóságának, növények általi felvehetőségének csökkenése. Az első típusra kiváltó okként általánosságban a víz- és szél erózió (defláció) említhető meg, míg a második esetre a nitrát kimosódása, vagy az ammónia elillanása/volatilizációja jó példa. Kisebb mértékű és könnyebben orvosolható felvehetőségbeni veszteséget okozhat a nitrogén kötési formájának, valamint a szerves és szervetlen formák arányainak megváltozása. A talaj szerves anyag felhalmozódását az inputot meghatározó produktum és a szervesanyag-tartalom csökkenését okozó lebontás, erózió, égetés, kimosódás és egyéb fogyasztó folyamatok között fennálló egyensúly határozza meg (KILLHAM, K. 1994). A talajhasználat módja nagymértékben befolyásolja a felhalmozódási és lebontási folyamatok által meghatározott szénmérleget. Az állandóan bolygatott szántóföldeken, az erősebb lebontás és a produktum egy részének betakarítása miatt, kevesebb szerves anyag halmozódik fel, mint a bolygatatlan ökoszisztémák talajában (rét, gyepek).

A talaj szervesanyagainak elemi összetételét vizsgálva azt találták, hogy a C/N arány függ a humuszanyagok összetételétől és a humifikációs folyamat előrehaladásával ez az arány csökken (STEFANOVITS P., 1975). A nitrogén mikroorganizmusok révén történő mineralizációjának mértékét alapvetően befolyásolja a szubsztrát C/N aránya. (H. R. SCHULTEN–M. SCHNITZER 1998).

Magyarország gyepterületeinek nagysága 762,6 ezer hektár, ebből több mint 500 ezer hektár szikes talajon fekszik (KSH, 2010). A szerves anyag inputot jelentő produktumot, ezeken a talajokon a szikesség mértéke és a növények vízellátása határozza meg. Mindkét tényezőt nagymértékben befolyásolja a mikrodomborzat. A terepfelszín mélyedéseibe jutó nagyobb vízmennyiség, a sók kilúgzása és a növények vízellátásának javítása révén, nagymértékben növeli a növények földfeletti és földalatti produktumát. Az időszakos nedvességbőség a szerves anyag lebontását gátolja, ily módon az egyensúly a felhalmozódási folyamatok irányába tolódik el. A hidrogeológia-

ilag zárt Kárpát–medence nyári hónapjainak negatív vízmérlege a szikes területek elterjedését okozta (SZABOLCS I. 1974; VÁRALLYAI GY. 1981). A Nagykovács – térképészeti szempontból – az egyik legrégebbi és legalapvetőbben vizsgált terület⁶. A Nagykovács fővárosának, Karcag külterületének 25 százalékát réti szolonyec talajok alkotják, a szikes gyepek jelentős részét itt találjuk. A gyeplóra már sok információt elárul a szakavatottaknak; a 2011. évi cönológiai vizsgálataink ezt a területet már érintették. A szikesek sótartalmának vizsgálata, a sófelhalmozódás törvényszerűségeinek kutatása térinformatikai módszerek bevonásával is történhet (BLASKÓ L. et al. 2003). A precíziós elvek alkalmazásának egy, ma még kevésbé vizsgált területe a talajjavítás, holott köztudott, hogy a vizsgált paraméterek tekintetében⁷ táblán belül eltérő javítóanyagféléseket/mennyiségeket igénylő foltok fordulnak elő (BLASKÓ L. et al. 2006). Többéves vizsgálatunk célja a talaj humusztartalmának, az ebből számolható szén (BLASKÓ L. et al. 2011), valamint a szerves és szervesetlen formában jelenlévő nitrogén változásának vizsgálata a mikrodomborzat függvényében.

Anyag és módszer

A mikrodomborzat és a talajtulajdonságok közötti összefüggések vizsgálatának jellemző példáját mutatjuk be szikes gyep területen végzett mérések alapján. Karcag „Magyarka” határrészének szikes gyepén egy 100x100 méteres vizsgálati térben zajlott le a kitűzés, szintezés, területmérés és talajmintavétel. A területen 10x10 méteres rácpontok alkalmazásával 121 magassági pontot rögzítettünk, 20 jellemző – magas és mély részeket tartalmazó – pontban 110 cm-es mélységig talajmintavételezés történt. A vizsgálati térben a mikrodomborzat változatossága következtében különböző vízellátottságú foltok alakultak ki. A magasabban fekvő foltokon az igen gyenge vízbefogadó képesség miatt a csapadék jelentős része nem jut be a talajba, elfolyik onnan a mélyebb részek irányába és ott összegyülekezik. Az eltérő vízellátás alapvetően meghatározza a sók kilúgzási lehetőségeit, az adott talajfoltra jellemző gyepprodukciónak, a humusz és egyéb tápanyagok felhalmozódását. Az adatfeldolgozás után elkészítettük a vizsgálati terület digitális domborzat modelljét (továbbiakban DDM!). A gyep területen vett talaj- és növényminták csoportosítása a mikroreliefen elfoglalt helyzetük sze-

⁶ A birtokrendezési céllal készített Mikovinyi térkép rögzítette a Nagykovács folyószabályozás előtti hidrológiai állapotait, melyek a talajok kialakulását alapvetően befolyásolták. A magas fekvésű, vízborítástól mentes területen található a mezőségi talajok, a legmélyebb, régebben állandóan vízborítás alatt levő részekben a réti talajok, a magas és mély fekvés közötti átmeneti zónában a mai szikes talajok találhatóak (MÁTÉ, F. és SZABOLCS, I. 1961).

⁷ Vizsgált tulajdonságok: pH(H₂O), pH (KCl) Y₁, CaCO₃, Na₂CO₃, KA, kicserélhető Ca, Mg, K, Na, só%, humusz%, C tartalom, ezen belül: TC (totális oxidációval mért széntartalom), TOC (teljes szerves széntartalom), TN (teljes nitrogéntartalom) makroelemtartalom (N, P).

rint történt. A kiválasztott mély- és magas mintavételi pontok C- és N tartalom értékeire SPSS segítségével variancia-analízist számoltunk a teljes 110 centiméteres rétegekre, végül a DDM felhasználásával számszerűsítettük a vizsgálati terület mély- és magas foltjainak nagyságát (m^2). A légszáraz mintákat darálás után 2 mm átmérőjű rostán átszitáltuk. Laboratóriumi vizsgálatokkal határoztuk meg a talajminták C- és N-tartalmát. A méréseket Vario EL Macro CHNS elemanalizátorban végeztük. Az égetés WO_3 katalizátor jelenlétében, 1150 fokon, nagy O_2 -tartalmú atmoszférában történt. Ilyen körülmények között mind a szerves, mind a szervesetlen szén- és nitrogén-vegyületek elégnak, így a talaj teljes szén- és nitrogén-tartalmát (TC, TN) határoztuk meg. A felszabaduló égéstermékeket előbb egy redukációs csövön áramoltatjuk át, ahol a különböző összetételű N_xO_y gázokat nagy tisztaságú rézzel kvantitatíve N_2 -né alakítjuk át, majd a CO_2 és N_2 mennyiségét TCD-detektorral határoztuk meg.

Eredmények

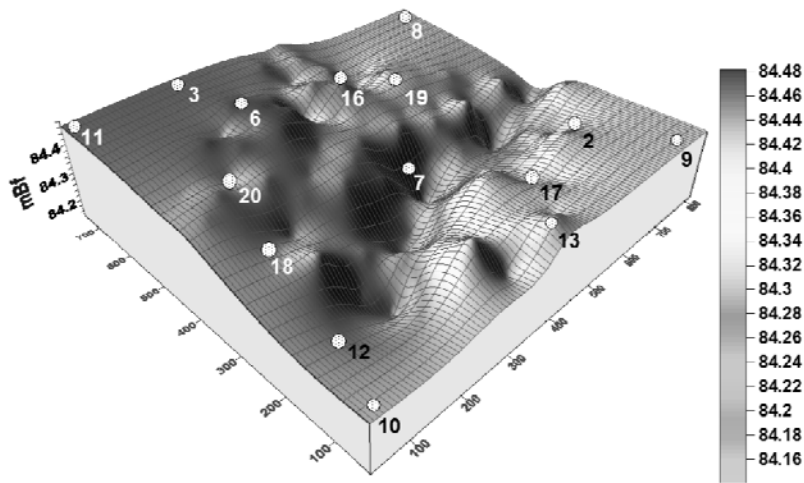
A szintezés után a rétegvonalas kataszteri térkép, terepi mérések és a domborzatmodell⁸ felhasználásával kerültek kiválasztásra a terület mély és magas pontjai; ezek a magasságértékek 84,0–84,5 méter között mozognak (*1. ábra*). A gyepterület változatos mikrodomborzati viszonyokat mutat, amelyen különböző tulajdonságú és gyepterítottságú foltok alakulnak ki⁹. Az 1. ábrán szereplő talajszelvényeket két csoportba soroltuk: a 2, 3, 6, 8, 11, 13 és 19-es talajszelvények a **magas fekvésű** foltokhoz, míg a 7, 9, 10, 12, 16, 17, 18 és 20-as talajszelvények a **mély fekvésű** foltokhoz tartoznak¹⁰.

Az összes (20) talajszelvény laborvizsgálati eredményeiből jelen cikkünkben a TC (totális oxidációval mért széntartalom), a TOC (teljes szerves széntartalom), TN (teljes nitrogéntartalom) értékeket és a C/N arányt az *1. táblázat* szerinti összeállításban tartalmazza. A 110 cm-es talajszelvények TN tartalmának vizsgálati eredményeit variancia-analízis segítségével elemeztük (*2. táblázat*). A statisztikai elemzés előtt ábrázoltuk a széntartalom és a TN tartalom alakulását a magas és a mélyfekvésű területek talajszelvényeinél (*2. ábra*). Egyértelműen látszik a két vizsgált mutatónál, hogy a mélyfekvésű részekben (nyolc szelvény!) nagyobb ezek koncentrációja, a humuszfelhalmozódás intenzívebb, következésképpen, mind a szén, mind a nitrogén ezeken a területrészekben kumulálódik.

⁸ SURFER 8 segítségével, Krígelés módszerével előállított domborzatmodell.

⁹ A cönológiai vizsgálatok eredményeit az irodalomjegyzékben szereplő 2011. évi cikkünk tartalmazza!

¹⁰ A 20 szelvény talajvizsgálati eredményeiből 2011. évi cikkünkben a humusz százalék, humusztartalom (t/ha) és az ebből számolt C-tartalom (t/ha) értékeket dolgoztuk fel.



1. ábra A vizsgálati tér DDM-je

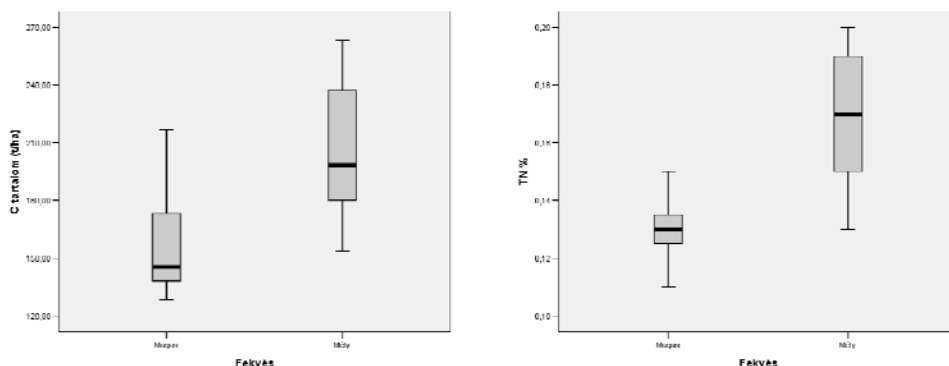
1. táblázat A második talajszelvény vizsgált paraméterei, szintenként

2. talajszelvény	Só tart. %	TC %	TN %	C/N	C tart. (t/ha)	Össz. C tart. (t/ha) ¹¹
0-10 cm	0,03	2,28	0,24	9,43	30,62	71,13
10-20 cm	0,08	1,82	0,20	9,20	22,65	
20-30 cm	0,12	1,34	0,14	9,28	17,85	
30-40 cm	0,14	1,40	0,13	10,54	14,97	131,70
40-50 cm	0,16	2,12	0,11	19,51	11,23	
50-60 cm	0,20	2,29	0,10	23,18	9,12	
60-70 cm	0,20	2,24	0,08	28,92	7,68	
70-80 cm	0,23	2,19	0,08	26,54	7,10	
80-90 cm	0,26	2,29	0,07	30,85	6,05	
90-100 cm	0,20	2,34	0,07	33,62	4,42	
100-110 cm	0,18	2,27	0,06	36,12	3,94	
Átlag:	0,16	1,28	0,12	21,56	12,33	

Saját adatbázis

A t-próbával igazoltuk a mikrodomborzat okozta különbségek megbízhatóságát (3. táblázat). A talajszelvények TN% értékei és a mikrodomborzat (alacsony–magas részek) esetében a szignifikáns különbséget igazoltuk. Ez az érték a 110 cm-es rétegben 0,003 (4. táblázat). Az elvégzett elemzés bizonyítja, hogy a fekvés statisztikailag igazolhatóan befolyásolja a nitrogén tartalom alakulását, a mélyebb részeken a felhalmozódás intenzívebb.

¹¹Az intézet akkreditált laboratóriuma által mért C-tartalom értékek nagyságrendileg egyeznek a nemzetközi szakirodalomban szereplő, gyepekre vonatkozó értékekkel (J. A. B. ORDONEZ et al., 2008).



2. ábra A szén- és nitrogéntartalom alakulása

2. táblázat A talajszelvények vizsgált paramétereit

		110 cm-es réteg							
Magas fekvés	Szelvény száma	2	3	6	8	11	13	19	
	C-tart. (t/ha)	131,70	163,38	128,34	145,24	183,34	216,94	144,47	-
	TN (%)	0,12	0,13	0,11	0,13	0,15	0,14	0,13	-
	C/N	21,56	20,68	25,73	20,59	18,47	14,53	20,74	
Mély fekvés	Szelvény száma	7	9	10	12	16	17	18	20
	C-tart. (t/ha)	226,25	167,99	192,08	263,31	153,68	203,98	247,85	192,46
	TN (%)	0,14	0,17	0,19	0,20	0,13	0,17	0,19	0,16
	C/N	18,83	14,56	14,48	11,90	19,64	10,72	9,02	13,40

Saját adatbázis

3. táblázat A t-próba eredménye

	Fekvés	N	Átlag	Szórás	Az átlag szórása
TN%	Magas	7	0,1300	0,01291	0,00488
	Mély	8	0,1688	0,02475	0,00875

		Levene teszt		t-próba						
		F	Szignifikancia	t	df	Szignifikancia	Átlag eltérés	Átlag szórása	95% konfidencia intervallum	
									Alsó	Felső
TN %	Variációk azonosságát feltételezzük	2,862	0,114	-3,713	13	0,003	-0,03875	0,01044	-0,06130	-0,01620
	Variációk azonosságát nem feltételezzük			-3,868	10,811	0,003	-0,03875	0,01002	-0,06085	-0,01665

Hasonlóan kimutatható a mikrodomborzat okozta különbség a C/N arány esetében, ahol a mély fekvésű részeknél szignifikánsan alacsonyabb értékeket kaptunk (t-próbával igazolva!), mint a magas fekvésű részeknél (2.

táblázat). Az adott szelvényeken belül a C/N arány minden esetben nő a mélységgel (1. táblázat).

4. táblázat A variancia-analízis eredménye

TN%	Négyzet összeg	df	Négyzetes átlag	F	Szignifikancia
Csoportok között	0,006	1	0,006	13,783	0,003
Csoportokon belül	0,005	13	0,000		
Összesen:	0,011	14			

Következtetések

Környezetvédelmi szempontból a mikrodomborzat magas- és mély fekvésű részei különböző szerepet töltenek be:

- A mélyebb fekvésű, nedvesebb területrészek a szén növényi produktum és talaj humusz formájában való megkötésében hatékonyabbak, a TN % értékek magasabbak.
- A magas és mély területrészek közötti szén- és TN tartalom különbsége jelzi, hogy a magasabb fekvésű helyeken a 2009/28/EK irányelv szerinti „meleg mérsékelt, száraz”, míg a mélyebb fekvésű részeken a „meleg mérsékelt, nedves” kategóriának megfelelő széntartalom mutatható ki, ehhez igazodik a TN tartalom is.
- A C/N arány nő a mélységgel, amiből arra következtethetünk, hogy a felszíni rétegekben a magasabb humifikációs fokú szerves vegyületek halmozódnak fel, míg a mélyebb rétegekben a kevésbé érett szervesanyag formák is megtalálhatóak. A mélyebb fekvésű területek esetében a C/N arány jelentősen alacsonyabb, mint a magasabb fekvésű területeken.
- Az eltérő vízellátású részek gazdasági funkciója különböző: a magasabb fekvésű rész legelőnek alkalmas, míg a mélyebb fekvésű részeken kaszálóként hasznosítható gyep található.
- A térinformatika eszközrendszerének felhasználásával elkülöníthetők a különböző funkciójú helyek, ami hozzájárulhat a szikes talajon lévő gyepterületek precíziós hasznosításához.

Irodalom

- BLASKÓ L. – TAMÁS J. – CZIMBALMOS R.* (2003): Evaluation of a long-term experiment on a salt affected soil with structural B-horizon (solonetz) by means of GIS methods. Timisoara's Academic Days, VIIIth., 369-375.p.
- BLASKÓ L. – CZIMBALMOS R. – TAMÁS J.* (2006): Sóforgalmi folyamatok elemzése térinformatikai módszerekkel réti szolonyec talajon. Kossuth Egyetemi kiadó, Debrecen. 17-23.p.
- BLASKÓ L. – CZIMBALMOS R. – ŐRI NÓRA – LENGYEL HELGA* (2011): Domborzattól függő C-készlet alakulása a szikes gyepek talajában. In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában II., Kapitális Nyomdaipari Kft., Debrecen, 35-41. p. ISBN: 978-963-316-116-4
- BÚZÁS I.*: (1988): Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 152-155.p.
- HUZSVAI L. – RÁTONYI T. – NAGY J. – MEGYES A.*: (2003): A talajkímélő művelés hatása a talaj fizikai tulajdonságaira és a szervesanyag körforgalmára. Acta Agraria, Debrecen. December 2003, 4.p.
- J. A. B. ORDONEZ ET AL.* (2008): Carbon content in vegetation, litter, and soil under 10 different land-use and land-cover classes in the Central Highlands of Michoacan, Mexico. Forest Ecology and Management, Volume 255, Issue 7, 20 April 2008, 2074-2084.p.
- KILLHAM, K.* (1994) *Soil Ecology*, Cambridge, Cambridge University Press.
- KSH* (2010): Mezőgazdasági Statisztikai Évkönyv, 2010. KSH, Xerox Magyarország Kft. 333.p. ISSN 1419-3833.
- MÁTÉ F.* (1955): Adatok Tiszántúli réti talajainak genetikájához. Agrokémia és Talajtan. 4. 133-143.p.
- NÉMETH T.* (2002): Talajaink nitrogén-tartalma és a nitrogén trágyázás. Acta Agraria, Debrecen, 2002/09. 1-11.p.
- H. R. SCHULTEN – M. SCHNITZER* (1998): The chemistry of soil organic nitrogen: a review. Biol Fertil soil 26:1-15p.
- STEFANOVITS P.* (1975): Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- SZABOLCSI.* (1961): A vízrendezések és öntözések hatása a tiszántúli talajképződési

Internetes hivatkozás:

- EU HIVATALOS LAPJA* (2010): COMMISSION DECISION of 10 June 2010 on guidelines for the calculation of land carbon stocks for the purpose of Annex V to Directive,
<http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:L:2010:151:SOM:EN:HTML>

Térinformatikai módszerek Debrecen autóbusszal való elérhetőségének vizsgálatában

Pálóczi Gábor¹–Pénzes János, PhD²

¹ geográfus MSc hallgató, DE TTK, paloczig@gmail.com;

² egyetemi adjunktus, DE TTK Társadalomföldrajzi és Területfejlesztési Tanszék, penzes.janos@science.unideb.hu

Abstract: The objective of the paper is to illustrate the current situation of public bus transport to Debrecen within Hajdú-Bihar county. The GIS methods provide broad opportunities to analyze the static state of the transport system and the dynamic changes regarding the number of buslines or accessibility (in time) as well. The collected database and the mapping represented the revaluation of settlements located nearby Debrecen in the term of public transport and the growing importance of commuting between 1990 and 2010.

Bevezetés

Az autóbussz-közlekedés meghatározó szerepet tölt be hazánk, ezen belül is Hajdú-Bihar megye életében. A vasúti és az autóbussz-közlekedés versenye a statisztikák fényében rövid- és közepes távolsági kategóriákban, az utóbbi javára eldőlni látszik. Az elmúlt hónapokban az emelkedő üzemanyagárak ellensúlyozni látszanak a rendszerváltás óta növekvő motorizációval felértékelődő egyéni közlekedés szerepét. Mindamellet a közösségi közlekedés – ideális esetben – jól tükrözi vissza a lakosság ingázási irányait és annak mértékét, ezáltal pedig alkalmas a települések között kapcsolatrendszerek feltárására.

Munkánk során – a terjedelmi korlátok miatt – mindössze Debrecen közvetlen, átszállás nélküli közhasználatú autóbussz-közlekedését vizsgáltuk Hajdú-Bihar megyén belül. A dinamikai folyamatok detektálhatósága érdekében 3 menetrendkönyv (1990, 2000, 2010) több ezer járatinformációját gyűjtöttük, rendszereztük és építettük egy relációs adatbázisba. Ez az adatbázis képezte alapját vizsgálataink adatigényének. A tanulmányban minden esetben – ha külön nem jelöljük – kizárólag az egyes települések és Debrecen között értendőek az adatok és összefüggések.

Célunk az volt, hogy feltárjuk a megye településeinek a legnagyobb központnak tekinthető Debrecennel való autóbussz-összeköttetését, illetve annak időbeli változását. Egyúttal – a teljesség igénye nélkül – utalunk a közösségi közlekedés térinformatikai ábrázolási és elemzési lehetőségeire is.

A térinformatika és a közlekedésföldrajz kapcsolata

A közlekedésföldrajzi vizsgálatokat három csoportba lehet sorolni:

- hálózat vizsgálatok (a hálózat mintázatának alaki és szerkezeti értékelése; csomópont hierarchia vizsgálatok; kapcsolatok területi hierarchikus elemzése);
- ellátottsági vizsgálatok (hálózatsűrűségi számítások; közlekedési feltartás elemzése – pl. izodistancia térképpel; hálózatba kapcsolás idejére vonatkozó vizsgálat);
- a települések közlekedési helyzetének, a vonzásközpontok elérhetőségének vizsgálata (közlekedésre történő idő-, költségárfordítás – pl. izokron és izotarifa térképekkel). (ERDŐSI F. 1980)

A hálózati elemzések esetében értékelődött fel a gráfelméleti módszerek alkalmazása, melynek mára meglehetősen szerteágazó módszertana alakult ki. (pl. SZÖRENYINÉ KUKORELLI I. 1996; GÉBER J. 2007; PÁLÓCZI G.–PÉNZES J. 2011)

Az elmúlt években a térinformatika – részben az adatkezelés okán, részben az ábrázolási lehetőségek bővülésével, de különösen a hálózati elemzések miatt – egyre nagyobb lehetőséget teremtett a közlekedéshálózat, az elérhetőség vizsgálatára. A térinformatikai szoftverek (pl. az ArcView GIS Network Analyst) nem csak statikus, hanem dinamikai elemzések, sőt prediktív vizsgálatok elvégzésére is számos lehetőséget nyújtanak. (A teljesség igénye nélkül pl. TÓTH G. 2005; TÓTH G.–KINCSES Á. 2007; NÉMETH N. 2009) Így különösen az autópálya-hálózat fejlesztésének és a közúti elérhetőség változásának elemzésével lehet találkozni, de a közösségi közlekedés átalakításának vizsgálatára is sor került (TINER T. 2007). A hagyományos (pl. gráfokat szemléltető vonalas, valamint izovonalas térképek) ábrázolási módszerek mellett számos új is megjelent (pl. torzított kartogramokkal való szemléltetés). (DUSEK T. –SZALKAI G. 2006)

Debrecen autóbusszal való elérhetőségi idejének változása

Hajdú-Bihar megyében 82 település található, amelyek közül menetrendszerinti autóbusszal mindössze 64 település lakosai tudják Debrecent átszállás nélkül megközelíteni a 2010-es menetrend alapján. A közösségi közlekedés teljes vertikumát tekintve – a Magyar Államvasutak hálózatával kiegészülve – további két településről (Kaba, Kismarja) közelíthető meg közvetlenül Debrecen.

Az elmúlt két évtized járműpark fejlesztései, közútfejlesztési programjai és esetenként az alsóbbrendű utak burkolatának jelentős állapotromlása ellenére az autóbuszok menetidejében elenyésző változás detektálható. A Debrecen utvonaluk során érintő járatok menetideje mindössze 2,3 százalékponttal csökkent (1. táblázat). Emiatt nem szemléltetjük a változásokat, mindössze a 2010-es állapotot illusztráljuk izokron térkép segítségével (1. ábra).

1. táblázat Debrecen elérését biztosító járatok jelentősebb útidő-változásai 1990 és 2010 között, viszonylatonként, percben

Forrás: saját számítás a volán menetrendek alapján

település	1990	2010	különbség (min)
Nyírábrány	80	53	-27,0
Újszentmargita	91,5	83	-8,5
Püspökladány	83	76,5	-6,5
Bihartorda	76	69,5	-6,5
Nagyrábé	80	74,5	-5,5
Sáp	65	62,5	-2,5
Téglás	40	44	+4,0
Hajdúsámson	28	34	+6,0



1. ábra Debrecen autóbusszal való elérési idejének alakulása 2010-ben, izokron térképpel szemléltetve, perc

Forrás: saját szerkesztés a volán menetrendek alapján

Nyírábrány ingázói számára a jelentős, közel fél órás javulás mindössze az 1990-ben igen hátrányos útvonalvezetés (Létavértes, esetenként Hajdúsámson érintése) megváltoztatásának köszönhető. Már 2000-ben is a legrövidebb, 48-as számú főúton járó autóbuszok szállították Debrecenbe az utasokat. A jelentős útvonal rövidülés miatt csökkent az útidő is (48 kilométerről 33 kilométerre).

Püspökladány és Újszentmargita esetében 1990 és 2010-ben is alapvetően két útvonalatípust különböztethetünk meg. Egy gyorsabb, távolsági útvo-

nalat (Püspökladány esetében 1990 és 2010-ben Gyöngyös–Abádszalók–Karcag–Püspökladány–Debrecen, valamint 2010-ben a Jászberény–Abádszalók–Karcag–Püspökladány–Hajdúszoboszló–Debrecen viszonylatot; Újszentmargita esetében Tiszacsege–Újszentmargita–Balmazújváros–Debrecen útvonal), valamint egy úttávolság, egyszersmind útidő tekintetében kedvezőtlenebb útvonalat (Püspökladány–Nádudvar–Hajdúszoboszló; Tiszaújváros–Polgár–Újszentmargita–Tiszacsege–Balmazújváros–Debrecen). Az útvonalpáronként számottevő útidő változás nem történt az évek során, mindössze arányuk változott úgy, hogy az útidő súlyozott átlaga növekedett.

Bihartorda, Nagyrábé és Sáp a teljes menetrenden belül elenyésző súlyt képviselnek, ugyanis mindössze napi egyetlen, ugyanazon járatpár szolgálja az átszállás nélküli Debrecenbe utazást lakosaik számára. A legtávolabb eső Nagyrábéból 80 perces volt az útidő Debrecenbe mind 1990-ben, mind 2010-ben. A statisztikai útidőcsökkenés mögött egyetlen járat áll: 2010-ben a hajnali 4:05-kor induló járat 70 perc alatt megteszi az utat.

Debrecen közvetlen autóbuszos elérhetőségi idejében 4 percnél nagyobb elérési időnövekedés mindössze Hajdúsámson és Téglás esetében figyelhető meg. (1. táblázat) Az útidő növekedés okaként több tényező is megnevezhető. Téglás városközpontjától (1990: ún. Hajdúhadháztéglás autóbusz váróterem) számítva Debrecen autóbusz állomásáig 1990-ben mindössze 8 megállóhely volt feltüntetve, míg 2010-ben már ugyanazon megállótól (Téglás városháza elnevezéssel) 17 megállási lehetőség szerepelt a menetrendben.

Hajdúsámson esetében a megállóhelyek száma számottevően nem növekedett, ezért esetében más tényezők játszhatnak szerepet a szolgáltatás e jelzőszámának romlásában. (Ezek a tényezők Téglás esetében is számottevőek lehetnek.) A szuburbanizáció hatására megnőtt utasszám – amelyről sajnos utasszámlálási adatok nem állnak rendelkezésünkre – nyilvánvalóan a megállóhelyen való várakozást megnövelheti. Emellett a 4-es és 471-es főúton a forgalom jelentős mértékben megnőtt az elmúlt két évtized során.

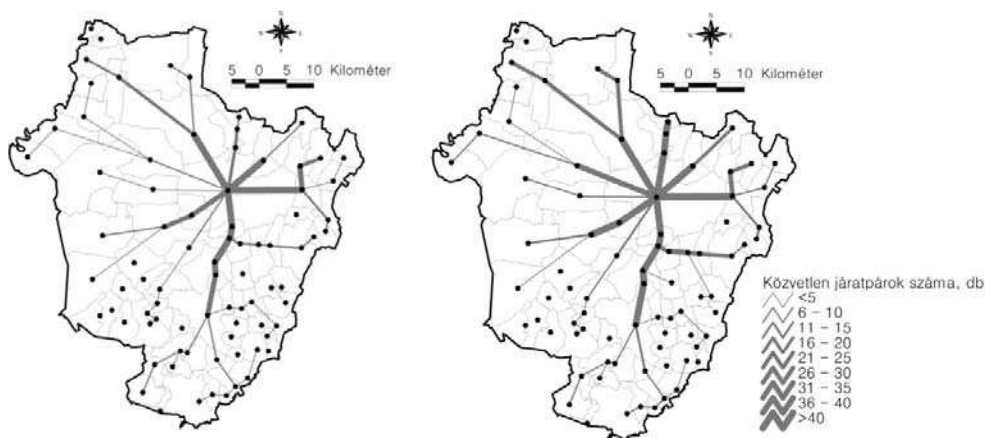
A napi járatpár értékek változása

A vizsgálatunkban a közösségi közlekedés kínálatának egy másik fontos jellemzőjét, a napi járatszámot is a kutatás tárgykörébe vontuk. A napi járatpár – tulajdonképpen az irányonkénti napi járatszám átlaga – a mobilitási lehetőség fontos meghatározója, ugyanis ez egyszerűen fejezi ki a járatgyakoriságot. E mutató által képet kapunk a közlekedési keresletről, vagyis az utazóközönség létszámáról, valamint arról, hogy az emberek mennyire tudják rugalmasan intézni ügyeiket, mennyire tölt be fontos szerepet mindennapi életükben a közlekedési lehetőségekhez való alkalmazkodás. Felgyorsult életvitelünkben a rugalmasság igen fontos, amelyet az egyéni közlekedés népszerűsége (is) igazol.

2010-ben a jól látható módon a megyehatárok mentén általánosságban véve csak igen kevés járat ad lehetőséget a Debrecenbe utazásra, több esetben pedig más megyeszékhelyekről induló távolsági járatok – jövevényként – szolgálják ki a Debrecen vonzáskörzetének periferiáján található településeket (Csökmő, Darvas, Egyek, Hortobágy). A fentiekkel szemben csak néhány kiemelkedően fontos, és sajátos helyzetű (vasút hiánya) közlekedési tengely mentén fekvő település (Polgár, Görbeháza) tudott jelentős kínálatra szert tenni.

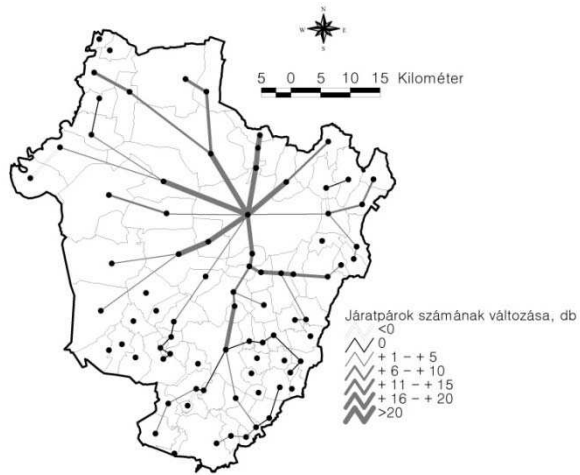
A megyeszékhelyhez közeledve a települések ellátottsága egyre javul. A különböző településekről gráfszerűen becsatornázott járatoknak köszönhetően a főútvonalak mentén fekvő kistelepülések is kiemelkedően jó időbeli ellátottsággal rendelkeznek. (Csúcsidőben a szabad kapacitások természetesen nem feltétlenül vannak összhangban az utazni kívánók számával.)

A legmagasabb napi járatpár értékkel Mikepércs rendelkezett (82), majd többek között Hajdúböszörmény, Hajdúsámson és Ebes követte az élen. A távolabbi településekről induló járatok által kevésbé módosított járatpár értékű települések közül kiemelhető Hajdúszoboszló, Téglás, Hajdúhadház és Balmazújváros.



2. ábra A Debrecen elérését szolgáló autóbuszjáratok száma 1990-ben (bal oldal) és 2010-ben (jobb oldal) gráfként interpretálva
 Forrás: saját szerkesztés a volán menetrendek alapján

1990 és 2010 között átlagosan 67%-kal több járatpár szolgálta Hajdú-Bihar megye településeiről a megyeszékhelyre való utazást. Ez igen jelentős bővülésnek tekinthető, azonban ez a kínálatbővülés igen koncentrált módon valósult meg. (3. ábra)



3. ábra A Debrecen felé összeköttetést nyújtó autóbussz járatpárok számának változása 1990 és 2010 között

Forrás: saját szerkesztés a menetrendek alapján

Három település esetében (Egyek, Vekerd, Nyírmártonfalva) járatpár csökkenés történt 1990-hez képest. Arányaiban tekintve Egyek és Vekerd lakosai számára jelentős, mivel a mindössze 1–2 járat irányonkénti megszüntetése a közvetlen eljutási lehetőségeket felére csökkentette. (3. ábra)

2. táblázat A legjelentősebb kínálatnövekedésű települések

Forrás: saját számítás a volán menetrendek alapján

település	1990	2000	2010	Növekedés: 1990 – 2010	
	járatpár			%	járatpár
Téglás	8	27	51	673	43
Bocskai kert	19	31	55	297	36
Hajdúhadház	19	31	54	292	35
Ebes	35	67	69	197	34
Hajdúböszörmény	45	76	77	170	32
Hajdúszoboszló	28	54	56	202	28
Hajdúsámson	46	66	73	158	27
Balmazújváros	9	22	33	361	24
Hosszúpályi	13	29	33	250	20
Monostorpályi	10	23	28	275	18

Konyár, Pocsaj és Esztár lakosainak a 110-es számú Nagykereki-Debrecen vasútvonalnak köszönhetően már 1990-ben is lehetősége nyílt átszállás nélkül Debrecenbe utaznia. 2000-ben az autóbushálózat csomópontjává váltak és jelenleg is 2–4 járatpár közlekedik Debrecenbe.

A települések nagy részét a megyei szinten jelentős kínálatbővülés abszolút értékben minimálisan vagy egyáltalán nem érintette. Az 1990-ben

Debrecenbe induló 1–3 járáttal jellemezhető 18 település közül mindössze Fülöp, Nyírábrány és Hortobágy településeken bővült a kínálat. Hortobágy esetében az átmenő távolsági járatok számának növekedése állt a háttérben.

Az abszolút értékben 10 legnagyobb járatszám bővüléssel rendelkező település a megyei szinten számolt kínálat-bővülés 56 %-át birtokolta. (2. táblázat)

Kiemelendő, hogy Téglás, Hajdúhadház és Bocskai kert, valamint Balmazújváros esetében 1990-ben viszonylag kevés számú buszjárat adott lehetőséget a megyeszékhelyre való utazáshoz, egy dinamikus bővülést követően azonban 2010-re az érintett települések már Hajdú-Bihar megye élmezőnyéhez tartoztak. Ebben az esetben tehát megállapítható, hogy a közlekedés kínálati oldala igyekezett kiszolgálni a növekvő keresletet, mely részben a szuburbanizáció, részben a középiskolások számának növekedése (tankötelezettség korhatárának növekedése a vizsgált időszakban), részben a helyben lévő munkahelyek csökkenése miatt felértékelődő Debrecenbe történő ingázás következtében nőtt. Emellett az utazási igények megváltozása a települések belterületének buszmegállókkal való nagyobb térbeli lefedettségére is visszavezethető.

Ez a folyamat ugyanakkor nem csak az autóbusz-közlekedést érintette ez a folyamat, mivel a Téglás-Debrecen viszonylaton a vasúti közlekedés terén is járatsűrítések történtek: az 1992-es napi 13 vonatpárról 25 vonatpárra nőtt a közlekedési kínálat. A Balmazújváros-Debrecen közötti vasútvonalszakaszon nem ilyen mértékű, de mégis értékelhető vonatsűrítés zajlott (napi 10 vonatpárról 14 vonatpárra).

Összegzés

A rendszerváltás óta eltelt 20 évben a Hajdú-Bihar megyei közhasználatú autóbusz-közlekedés Debrecen elérhetőségét biztosító alrendszerének szerkezetében nem történtek döntő változások. Bizonyos viszonylatok esetében útvonalmódosításokat vezettek be, azonban ennek mindössze néhány esetben vannak különösebb következményei. Sajnálatos módon – a busz-közlekedés jellemzőiből következően – több okra visszavezethetően az útidő növekedésére is akad példa.

A megyeszékhelyre való utazási/indulási lehetőségek számában területi koncentráció figyelhető meg. Már az 1990-es menetrendben megfigyelhető, hogy Debrecen szuburbanizálódó vonzáskörzetében, valamint a bolygóvárosok gyűrűjében koncentrálnak a nem távolsági járatok által kínált utazási alkalmak jelentős része.

A busz-közlekedés viszonylagos virágzása, népszerűsödése közepette jelentős járatszám-növelés zajlott a rendszerváltás után. A települések jelentős része ebből a növekedésből nem, vagy csak szerény mértékben részeses-

dett. Számos településnek a megyei átlagnál jóval nagyobb mértékben sikerült közlekedési összekötését javítania Debrecennel (Téglás, Hajdúhadház, Balmazújváros, Monostorpályi).

További kutatási lehetőséget adhat a megye városi központjainak hasonló közlekedési elemzése, valamint az autóbusz-közlekedés vasúti alárendszerrel, illetve a közúti közlekedéssel (elérhetőséggel) való komparatív vizsgálata és szélesebb térinformatikai alapú modellezése.

A publikáció elkészítését a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 számú projekt támogatta.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- AIGNERNÉ ALT E. (szerk.) (1991): Hivatalos Autóbusz Menetrend 5. kötet 1990/1991
- DUSEK T. – SZALKAI G. (2006): Az időtér és a földrajzi tér összehasonlítása. *Tér és Társadalom*, 2., pp. 47–63.
- ERDŐSI F. (1980): A közlekedésföldrajz kartografikus vizsgálati módszereinek alkalmazási problémái a regionális kutatásokban. In: *Tanulmányok a területi kutatások módszertanából* (szerk. Tóth T.), *Közlemények* 27., MTA Dunántúli Tudományos Intézet, Pécs, pp. 87–110.
- ERDŐSI F. (2002): Magyarország helyközi/távolsági autóbusz-közlekedésének területi jellemzői. *Területi Statisztika*, 4, pp. 359–387.
- GÉBER J. (2007): Határmenti hálózatok. A kapcsolatháló elemzés alkalmazási területei a határmenti térségekben. In: *A határok és a határon átnyúló (CBC) kapcsolatok szerepe a kibővült Európai Unió keleti perifériáján* (szerk. Süli-Zakar I.), Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen., pp. 99–106.
- KRÖTZL P.–BIHARI A. (2009): Hivatalos Volán Autóbusz Menetrend 2009-2010, Hajdú-Bihar megyei 4400-4599 számú vonalak
- MENETRENDI TÁJÉKOZTATÓ – Hajdú-Bihar megye autóbusz-közlekedéséről 2000/2001
- NÉMETH N. (2009): Fejlődési tengelyek az új hazai térszerkezetben. Az autópálya-hálózat szerepe a regionális tagoltságban., *Regionális Tudományi Tanulmányok* 15., ELTE TTK Regionális Tudományi Tanszék, Budapest. 161 p.
- PÁLÓCZI G.–PÉNZES J. (2011): A közösségi közlekedési rendszer térinformatikai vizsgálatának módszerei Hajdú-Bihar megye példáján. In: *Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában II.* (szerk. Lóki J.). Konferenciakötet, Kapitális Nyomdaipari Kft., Debrecen. pp. 443–449.
- SZÖRÉNYINÉ KUKORELLI I. (1996): Gráfelméleti módszerek az elérhetőség mérésére. In: *Társadalomföldrajzi elemzések számítógépen* (szerk. Herendi I. et. al.), JATEPress, Szeged., 161–182.
- TINER T. (2007): Arccal a Volán felé?: Vasúti mellékvonalak megszüntetésének közlekedésföldrajzi következményei. *Földrajzi Értesítő*, 1–2., pp. 125–130.
- TÓTH G. (2005): Az autópályák szerepe a regionális folyamatokban. *Központi Statisztikai Hivatal*, Budapest., 128 p.
- TÓTH G.–KINCSES Á. (2007): Közúti elérhetőségi vizsgálatok Európában. *Statisztikai Szemle*, 5., pp. 431–463.

A Kreybig talajszelvény adatbázis térbeli kiterjesztése indikátor krigeléssel

Pásztor László¹ – Bakacsi Zsófia² – Laborczi Annamária³ –
Szabó József⁴

¹ tudományos főmunkatárs, MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet,
bakacsi.zsofia@agrar.mta.hu;

² tudományos főmunkatárs, MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet,
pasztor.laszlo@agrar.mta.hu;

³ tudományos segédmunkatárs, MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai
Intézet, laborczi.annamaria@agrar.mta.hu;

⁴ tudományos főmunkatárs, MTA ATK TAKI, szabo.jozsef@agrar.mta.hu

Abstract: Digital Kreybig Soil Information System (DKSIS) is the most detailed nationwide spatial dataset which covers the whole area of Hungary. It simultaneously contains two types of geometrical datasets: approximately 100,000 soil mapping units and 250,000 sampling plots. Detailed soil properties are available for soil profiles. There is representative profile description in the database for about 22,000 sites, which is transferred for further locations. Since the majority of data are categorical, indicator kriging is a useful tool for their regionalization, being a nonparametric method without any assumption on concerning the distribution of the modeled variables. For the modeling water movement in the unsaturated zone 3D, regional scale, spatial datasets were elaborated based on the thematic, horizontal and vertical harmonization, fitting and interpolation of hydrophysical parameters originating from a pedological and an agrogeological database. For the harmonization of hydrophysical data, texture classes were used as common interface. Non-equidistant layers were transferred into a regular vertical layer distribution. Categorical point information in each layer was interpolated using indicator kriging. Decisions on categorization were done based on probabilistic class membership values. DKSIS was also applied for the delineation of areas affected by natural handicaps in Hungary concerned by common European biophysical criteria related to soil. The fulfilling of a specific criterion was regionalized, that is the final product was a binary map displaying yes/no categories. Decisions were carried out on SMU and soil profile level by proper SQL queries on the profile database. Joining the results to the spatial entities resulted in spatial features categorized in binary (indicator) form. In contrast to SMUs, which provide complete spatial coverage, point information had to be spatially extended. Indicator kriging proved to be a perfect approach. It provided probability (spatial) distribution maps, indicating the probability of fulfilling the criteria within the 1 ha blocks used for the interpolation.

Bevezetés

A Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer (DKTIR) a térbeli felbontásában legrészletesebb hazai talajtani adatállomány, amely egyben teljes országos fedettséget is biztosít (PÁSZTOR L. et al., 2010a). Térinformatikailag két jól elkülönülő részből tevődik össze. A talajfolt geometriai adatbázis mintegy 100.000 térképi elemet, a talajszelvény adatbázis pedig mintegy 250.000 talajvizsgáló helyszínt tartalmaz. A talajfoltokat néhány komplex talajfizikai és talakémiai kategória jellemzi, részletesebb leírás a talajszelvényekre áll rendelkezésre, melyeket egy relációs adatbázisban tárolunk. A mintegy 22.000 reprezentatív talajszelvény leírás adatai egyrészt a reprezentativitás elve alapján a talajfoltokhoz rendelhetők, másrészt a térké-

pezés során alkalmazott módszertan alapján további beazonosított helyekre is érvényesek. Ezen speciális (ún. puha) adatok rendelkezésre állása jelentősen támogatja a szelvény szintű adatok térbeli kiterjesztésének lehetőségeit. Mindamellett a Kreybig archívumnak és a DKTIR-nak van néhány olyan jellemzője, ami a benne tárolt adatok regionalizálása kapcsán kihívás elé állítja a felhasználót.

- A szelvény sűrűség regionális szinten igen jó térbeli felbontást biztosít, a jelenleg rendelkezésre álló adatok térbeli eloszlása ellenben meglehetősen inhomogén. Ennek kialakulásában több szempont is szerepet játszott kezdve a koncepció, a felvételezés menetén át a feldolgozásig.

- A gyűjtött és tárolt talajtani paraméterek jelentős része nem numerikus, hanem kategória jellegű; az adatmezők feltöltöttsége pedig, sajnos, gyakran hiányos.

- A felvételezés során alkalmazott egyes laboratóriumi módszerek nem tekinthetők elég korszerűnek. A belőlük származó adatok használhatóságán megfelelő kalibrációval, illetve pedotranszferek segítségével lehet javítani.

- Mind az adatpótlás mind a kalibráció/konverzió gyakorta csak kategóriaváltozók segítségével oldható meg eredményesen.

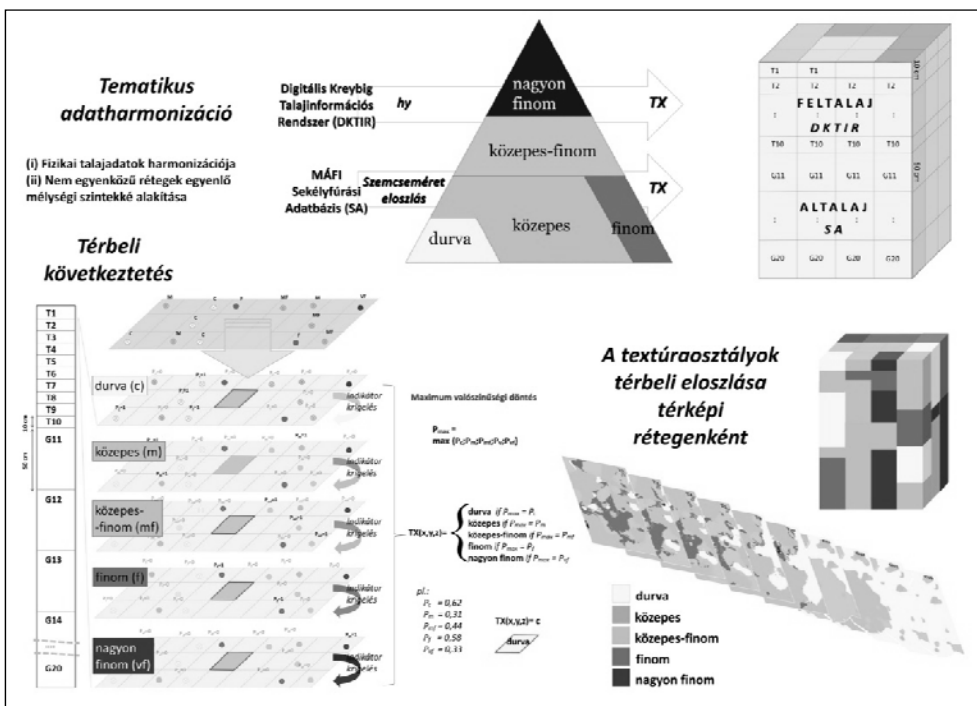
- Számos alkalmazás adatigényeigénye megalapozottabban elégíthető ki nem numerikus jellegű adatokkal. Így például a folyamatosan folyó WRB (World Reference Base) korreláció során elvégzett harmonizáció és konverzió. Ennek eredményei illetve annak valószínűségi jellege is a térbeli kiterjesztés specifikus módszereinek alkalmazását igényli.

Az indikátor krigeles, egy nem-paraméteres, geostatistikai interpolációs eljárás, amelynek eredménye azt mondja meg, hogy egy interpolációs tér pontjaiban az indikátor érték mekkora valószínűséggel következhet be (ISAACS E. H.–SRIVASTAVA R. M., 1989; MARINONI O. 2003). Nem csupán bináris, hanem általában tetszőleges kategóriaváltozók regionalizálására hatékonyan használható interpolációs módszer. Ilyenkor kategóriánként van szükség az indikátor krigelesi eljárás elvégzésére; a végeredmény pedig az egyes kategóriákra kapott eredmények közül maximum likelihood döntéssel származtatható. Mindezen tulajdonságai folytán a fent felsorolt esetekben a talajszelvényekre elérhető vagy származtatott információk térbeli kiterjesztésének megoldásához ideális eszköz.

Az alábbiakban két alkalmazást mutatunk be röviden, ahol különböző cél elérése érdekében indikátor krigelest használtunk a Kreybig talajszelvény adatbázis által szolgáltatott bizonyos adatok térbeli kiterjesztésére.

Háromdimenziós talaj textúra adatbázis építés

A szélsőséges területi vízkészlet kockázatok elemzéséhez és térképezéséhez használt hidrológiai modell működtetéséhez szükséges a háromfázisú telítetlen zóna hidrofizikai tulajdonságainak részletes, területi kiterjesztésű, háromdimenziós leírása. A felszínközeli rétegek részletes jellemzésére általában talajtani adatok, míg a mélyebb rétegek leírására agrogeológiai adatok állnak rendelkezésre. A különböző forrásból származó információk jelentősen különbözhetnek, az egyedi adatbázisok viszont magukban nem képesek kielégíteni a modellezés követelményeit (WALVOORT D. J. J. et al. 2011). Szükséges tehát az egyes (rész)adatbázisok megfelelő integrálása az eltérő forrásból származó adatok harmonizálásával, rétegenkénti illesztésével és térbeli kiterjesztésével (HE Y. et al. 2010).



1. ábra A rétegzett talajfizikai adatbázis kialakításának koncepcionális elemei

Modellezési mintaterületekre a DKTIR és a MÁFI Sekélyfűrési Adatbázis adatainak tematikus harmonizációjával, térbeli illesztésével és kiterjesztésével létrehoztunk egy szabályos, horizontálisan 1 ha-os, vertikálisan a felszínközeli 10 cm-es, 1 méter alatt 50 cm-es réteg felbontású, 3D talajfizikai adatbázist (BAKACSI ZS. et al. 2012). A tematikus adatharmonizációt a FAO textúra osztályok alkalmazásával sikerült kivitelezni. Ez volt az a „leg-

nagyobb közös osztóként” alkalmazható tematikus interface, amelyre mind a DKTIR talajfizikai, mind pedig a fúrásokból származó rétegtani leírások eredményeit le lehetett fordítani. A mintaterületeken, rétegenként, egyhektáros rács méretre végeztük az interpolációt. Minden mélység-intervallumban az öt textúra osztálynak megfelelően ötször végeztünk indikátor-krigelést, majd a rácselemek az ott legnagyobb valószínűséggel becsült textúra osztály értékét kapták meg.

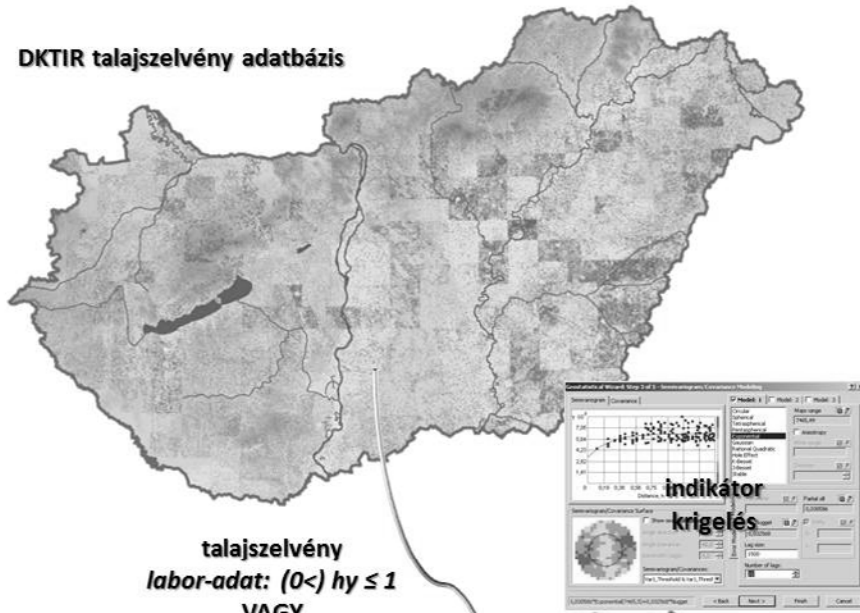
Természeti hátrányokkal érintett területek térképezése

Indikátor krigelést használtunk a DKTIR adatainak regionalizálására Magyarország kedvezőtlen adottságú mezőgazdasági területeinek megújított meghatározása során is (PÁSZTOR L. et al, 2010b). A természeti hátránnyal érintett területek (THÉT) lehatárolása az alacsony termőképességű talajokra és kedvezőtlen klimatikus viszonyokra vonatkozó közös biofizikai kritériumok alapján történik az Unió egész területén egységes kritérium rendszer alapján, de tagállami hatáskörben. Ennek elvégzéséhez megfelelő tematikus és térbeli felbontású, valamint adatstruktúrával rendelkező, országos fedettségű, térbeli talajinformációs rendszer rendelkezésre állása szükséges. Ezt hazánkban a DKTIR képviselte, mely három alapvető előnnyel bír bármely más, magyarországi talajokra vonatkozó adatrendszerrel történő összehasonlításban:

- Az alapját képező eredeti térképezés célkitűzései nagyon hasonlatosak a jelenlegi THÉT kijelölés mögötti célrendszerhez (KREYBIG L. 1937; VAN ORSHOVEN J. et al. 2008).
- A DKTIR a legrészletesebb térképi alapú adatrendszer, amely országos fedettséget biztosít.
- Az adatbázis minden, talajjal kapcsolatos THÉT kritériumra vonatkozóan tartalmaz hasznosítható információkat, amelyek (i) tudományosan megalapozott módon lehetőséget nyújtanak a megfelelő tematikus adatszámzármasításra, illetve (ii) ezek egész országra történő regionalizálására.

Az egyes korlátozó tényezők térbeli modellezésének lehetőségeire jelentős hatással volt, hogy a regionalizálandó paraméter egy-egy specifikus kritérium teljesülése. A kritériumonkénti végtermék tehát egy bináris térkép, amely igen-nem kategóriákat tartalmaz. Egy kritérium szigorú teljesülésének becslése azonban számos hibalehetőséggel terhelt. Ennek kezelésére vezettük be a valószínűségi (illetve a talajfoltok esetén a fuzzy megközelítést), ahol a teljesülés bináris 0–1 értékeit valószínűségi változók (illetve fuzzy halmaz értékek szélsőértékeként) tekintettünk, a regionalizálás során megengedve tetszőlegesen [0,1] intervallumba eső érték előfordulását.

DKTIR talajszelvény adatbázis



talajszelvény
labor-adat: $(0 <) \text{hy} \leq 1$
VAGY

szelvényleírás: szerkezet IS LIKE %homokos%

A kritérium teljesülési valószínűsége

0

1

2. ábra A természeti hátrányokkal érintett területek lehatárolása a biofizikai kritériumok teljesülésének regionalizálásával

A módszer alkalmazásához először is egy adott kritérium teljesülését minden egyes talajszelvényben megvizsgáltuk: azon pont, amelyben a THÉT kritérium teljesül, 1-es indikátor értéket kapott, amelyekben nem, az 0-sat. Ezt

követően a kritérium teljesítési indikátort interpoláltuk indikátor krigelési eljárással. Ennek eredménye egy-egy kritérium teljesülési valószínűségi térkép, mely az elemzések során általánosan használt 1 ha-os térbeli felbontásban adja meg cellánként az adott THÉT kritérium teljesülésének becsült valószínűségét.

Eredmények, értékelés

A háromdimenziós hidrofizikai adatbázis fejlesztést hat mintaterületen végeztük el: Duna-Tisza köze (7.085 km²), Kurcza (2.319 km²), Szamos (1.264 km²), Bereg (950 km²), Margitta (547 km²), Nagykörű (256 km²). A THÉT területek indikátor krigelés alapú közelítésére 7 kritérium esetén került sor, viszont az ország teljes területére vonatkozóan.

Mindkét esetben sor került az eredmények részleges verifikálására. Referencia adatbázisként a Talajinformációs és Monitoring Rendszert használtuk (TIM) a maga mintegy 1200 mintavételi helyszínével. A TIM adataiból végeztünk teszt lekérdezéseket a származtatott textúra adatok, illetve a THÉT értékelés ellenőrzésére. A teszt eredményekre az adatbázis, illetve a kritérium térképek megbízhatóságának mértékeként tekintünk.

1. táblázat A hidrofizikai osztályok becsülésének verifikálása a TIM adatbázis alapján

		Származtatott textúraosztály				
		durva	közepes	közepes-finom	finom	nagyon finom
Talajinformációs és Monitoring Rendszer (TIM) szerinti textúraosztály	durva	29	12	1	0	0
	közepes	4	42	5	4	2
	közepes-finom	0	3	3	1	0
	finom	2	3	7	12	3
	nagyon finom	0	0	0	1	1

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a WateRisk projekt (TECH-08-A4/2-2008-0169 NKTH), és az NK73183 OTKA pályázat támogatta. Külön köszönettel tartozunk Matus Juditnak, Vass-Meyndt Szilviának és Krammer Zitának.

Irodalomjegyzék

- BAKACSI ZS. – PÁSZTOR L. – SZABÓ J. – KUTI L.* (2012): 3D textúra adatbázis létrehozása indikátor-krigeléssel, talajtani és agrogeológiai adatbázisok egységesítésével. Agrárinformatika, megjelenés alatt.
- HE, Y. – K.L. HU – D.L. CHEN – H.C. SUTER – Y. LI – B.G. LI – X.Y. YUAN – Y.F. HUANG* (2010): Three dimensional spatial distribution modeling of soil texture under agricultural systems using a sequence indicator simulation algorithm. Computers and Electronics in Agriculture, 71 (suppl. 1), pp. S24-S31.
- ISAAKS, E. H. – R. M. SRIVASTAVA* (1989): An introduction to applied geostatistics. Oxford Univ. Press, New York, Oxford.
- KREYBIG L.* (1937): A M. Kir. Földtani Intézet talajfelvételi, vizsgálati és térképezési módszere. In: M. Kir. Földtani Intézet Évkönyve, 31, pp.147–244.
- MARIONI, O.* (2003): Improving geological models using a combined ordinary-indicator-kriging approach. Engineering Geology, 69, pp. 37-45.
- PÁSZTOR, L. – J. SZABÓ – ZS. BAKACSI* (2010a): Digital processing and upgrading of legacy data collected during the 1:25.000 scale Kreybig soil survey. Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica, 45, pp. 127–136.
- PÁSZTOR, L. – J. SZABÓ – ZS. BAKACSI* (2010b): Application of Digital Kreybig Soil Information System for the delineation of naturally handicapped areas in Hungary. Agrokémia és Talajtan, 59(1), pp. 47-56.
- VAN ORSHOVEN, J. – J.M. TERRES – A. ELIASSON* (2008): Common bio-physical criteria to define natural constraints for agriculture in Europe. Definition and scientific justification for the common criteria. JRC Scientific and Technical Report. EUR 23412 EN.
- WALVOORT, D.J.J. – D.J. BRUS – G.B.M. HEUVELINK* (2011): Building a three dimensional soil model by combining data sources of various degrees of uncertainty. Oral presentation at Pedometrics 2011. Innovations in Pedometrics Třešť, Czech Republic, August 31 – September 02, 2011.

Az eAGRO Geoinformációs Szaktanácsadási Rendszer fejlesztései

Dr. Pázmányi Sándor¹ – Földi Ferenc Norbert²

¹v.igazgatóh, eKÖZIG Regionális Informatikai Szolgáltató Központ Zrt. sandor.pazmanyi@ekozig.hu;
²informatikus, eKÖZIG Regionális Informatikai Szolgáltató Központ Zrt. ferenc.foldi@ekozig.hu;

Abstract: Hungarian agricultural production is of special importance in Europe. The quality of soils, the low chemical use for the past decades, the value of produced raw materials, the century-old traditions, the developed mental potential and the country's central location represent special advantages and value. One of the breakout points for the Hungarian agriculture, more specifically crop production, is quality-focused irrigation farming. Irrigation is one of the most important production technological methods in the improvement of the safety of production. The requirement of effective crop production is environmental friendly and efficient crop production technologies, continuous examination of the agricultural environment and the forecast of unfavourable effects (drought, inland waters, etc.). It is also an important task to involve IT results - eAGRO system and its services concerning pest-control and irrigation - into the decision-making processes.

Bevezetés

A környezetgazdálkodást meghatározó informatikai adatok ma Magyarországon némileg néhány állami szervezethez köthető monopolisztikus rendszerben találhatók korlátozott hozzáféréssel. Ezért különösen fontos, hogy a termelési folyamatokat a helyszínen nyomon követő, a mezőgazdaság fejlődését, jövedelemtermelési képességét biztosító, ugyanakkor a környezet védelmét garantáló termesztési módok jöjjenek létre a folyamatot támogató precíziós mezőgazdasági – növénytermelési, informatikai támogató rendszer formájában.

A rendszer feladata egyfajta optimum kialakítása, miáltal megszüntethető a túlbiztosítás miatti többlet eszközfelhasználás, ugyanakkor kizárható az alulméretezés, a jelenleg meglévő versenyhátrányok megszüntetése.

A cikkben az eAGRO Geoinformációs Szaktanácsadási Rendszer többéves kutatási és fejlesztési eredményei közül néhányat előzményként (2-9. pont), a továbbiakat a recens időszak (2012) fontosabb fejlesztéseként mutatunk be (10–13. pont).

Fejlesztési célok

A fejlesztés fő célja volt a terepi adatgyűjtő állomások által biztosított térben helyhez köthető meteorológiai, környezeti paraméterek gyűjtését, elemzését, megjelenítését és tárolását biztosító informatikai lekérdező rendszer kialakításához szükséges eljárások kidolgozása, majd a fentiek eredményei alapján az informatikai alkalmazás létrehozása. Az informatikai fejlesztéseket az eKÖZIG Zrt a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudomá-

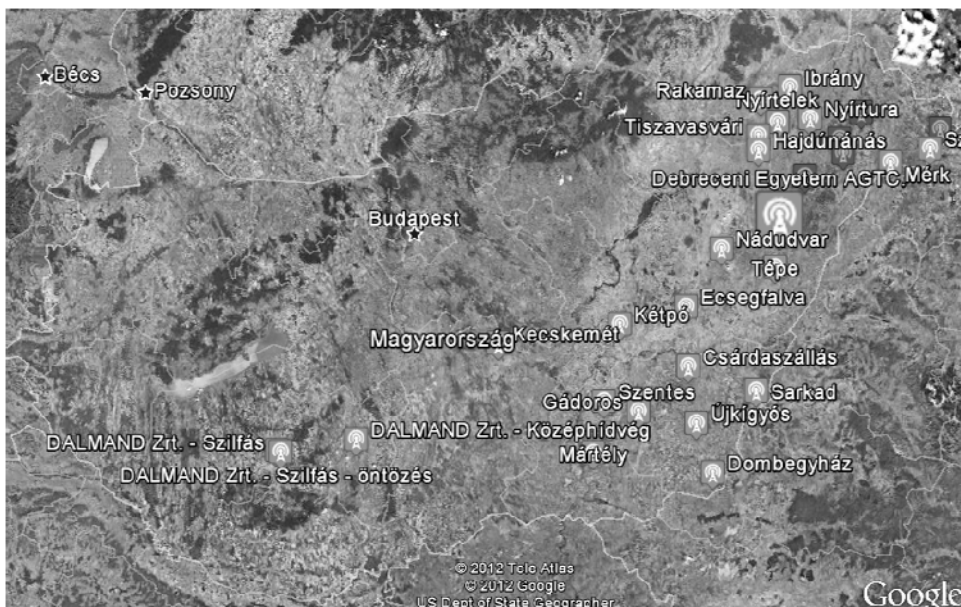
nyok Centruma megbízásából végezte. Az informatikai alkalmazások által felhasznált algoritmusok agrár-szakmai alapjait az egyetem szakértői dolgozták ki.

Modell

Adott tetszőleges számú terepi adatgyűjtő állomás, melyek GSM hálózaton keresztül továbbítják az általuk összegyűjtött környezeti adatokat egy központi adatbázisba. Az adatgyűjtők szintén GSM hálózaton keresztül paramétereizhetők és vezérelhetők. A központi adatbázis adatait egy webes lekérdező és vizualizációs rendszer segítségével kérdezhetjük le, illetve ezekből az adatokból különböző algoritmusok segítségével újabb adatokat származtathatunk. A szoftver egy egyszerű internetböngésző segítségével használható egy internetkapcsolattal rendelkező kliens számítógépen a felhasználói autentikációt követően.

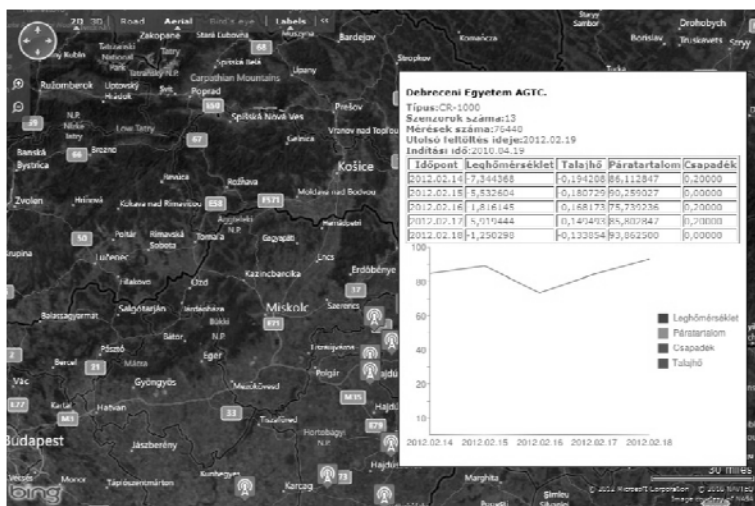
Térképi megjelenítő módszerek

Az adatgyűjtő állomások áttekintése egy a kutatás során alkalmazottak szerint egyedileg beállított Google Earth (1. ábra), illetve Bing Maps bővítmény segítségével végezhető.



6. ábra Adatgyűjtő állomások áttekintése Google Earth térképen

Lehetőség van az adatgyűjtők néhány fontosabb mért adatának térképhe ágyazott módon történő megtekintésére is. (2. ábra).



7. ábra Térképbe ágyazott adatmegjelenítés Bing Maps térképen

Szoftver

Az eAGRO Geoinformációs Szaktanácsadási Rendszer magában foglalja a modern vizualizációs és információ-technológiai megoldásokat. Adatgyűjtés vonatkozásában biztosítja tetszőleges számú és tetszőleges térbeli elhelyezkedésű terepi adatgyűjtő állomás által térben helyhez köthető meteorológiai, környezeti paraméterek gyűjtését. A rendszer lehetővé teszi a gyűjtött adatokból tudományos eredményeket felhasználva származtatott adatok előállítását.

A központi adatbázisban összegyűjtött adathalmaz felhasználását célzó, kifejezetten az adatbázisban található adatokra specifikált web-alapú lekérdező és elemző szoftver bármely autentikált felhasználó számára elérhető egy internetkapcsolattal és internetböngészővel rendelkező számítógép segítségével.

Elmondható tehát, hogy a kutatások és a fejlesztés eredményeként létrejött egy a feladatokhoz illeszkedő, jól strukturált, felhasználóbarát és a lehető legszélesebb felhasználói kör távoli hozzáférését biztosító információs rendszer.

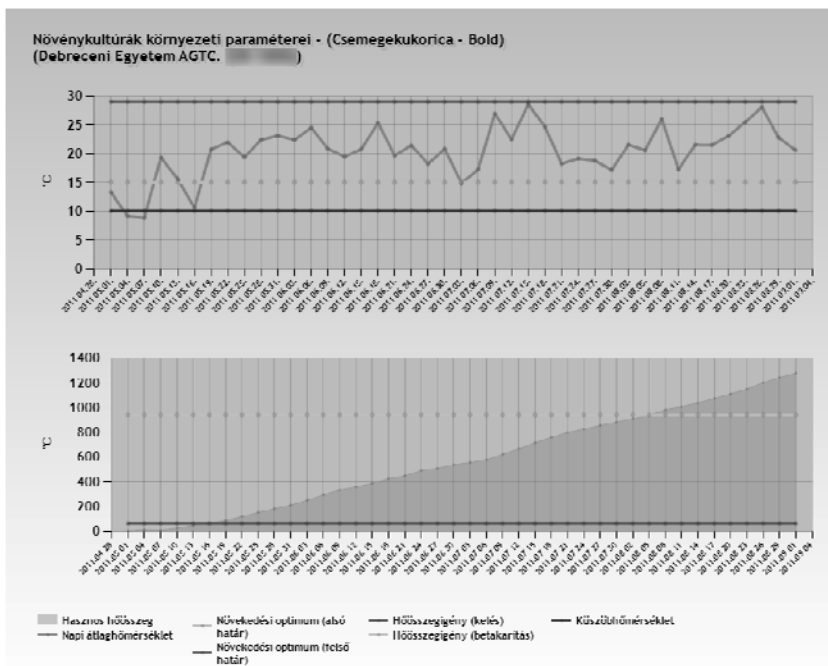
Mért környezeti adatok megjelenítése

A szoftver segítségével a terepi adatgyűjtők által mért környezeti adatokat (pl. léghőmérséklet, talajhőmérséklet, relatív páratartalom, csapadék,

szélirány, szélesség, stb.) megjeleníthetjük tetszőleges bontásban (havi, napi, órás), tetszőleges időintervallumra és adatgyűjtőre vonatkozóan akár három különálló diagramterületen, illetve táblázatos formában is. A rendszer lehetőséget biztosít a tárolt és származtatott adatok exportálására, így a kapott grafikus és numerikus kimeneti adatok a lekérdezést követően exportálhatók olyan formátumba, mely a legtöbb kép- vagy táblázatkezelő szoftverrel további célokra használható.

Növénykultúrák környezeti paramétereit

Az összegyűjtött környezeti adatok és paraméterek alapján tudományos méréseken alapuló számítások végezhetők az egyes növénykultúrák vonatkozásában. A számítások egy részét automatikusan elvégzi az informatikai alkalmazás, majd lehetőséget nyújt a felhasználó számára, hogy a tárolt és származtatott adatokat vizuálisan megjelenítse egy diagram alkalmazásával. A diagramon megjelenített, egymással összevethető és összemérhető adatokból kiindulva jó közelítéssel meghatározható egy-egy növénykultúra esetében a vetéstől a kelésen és növekedésen át a betakarításig a növény életciklusának változása, előkészíthető a növényvédelmi beavatkozás, és megtervezhető a védekezésen túl a termelés, öntözés menete is. A szoftver által megjelenített információkat a (3. ábra) szemlélteti.



8. ábra Növénykultúrák környezeti paramétereinek megjelenítése

Kórokozók, kártevők fertőzésének előrejelzése

A különböző tudományos algoritmusok segítségével a mért és tárolt adatokon végzett vizsgálatok során felfedezett együttállásokból jó közelítéssel meghatározható egyes növénykultúrákra veszélyes vírusok, kórokozók fertőzési ideje, majd további vizsgálatokkal az adott kórokozó inkubációs ideje is megbecsülhető. A szükséges számításokat elvégzi az informatikai alkalmazás, de lehetőség van a beépített algoritmusok egyes paramétereinek felhasználó általi módosítására is. A fertőzések egy részénél a fertőzés kialakulását megelőző időszak környezeti adataiból számítható az inkubációs idő. Ilyen esetben elegendő egy dátum és egy időpont az inkubációs idő megadására. Azonban vannak olyan fertőzések is, melyek esetében a fertőzés kialakulását követő időszak környezeti változásai befolyásolják az inkubációs idő hosszát. Ilyen esetben viszont a szoftver grafikonon szemlélteti az inkubációs idő várható hosszát, így a felhasználó maga is meg tudja becsülni, hogy mely időpontban kívánja a növényvédelmi beavatkozásokat elvégezni.

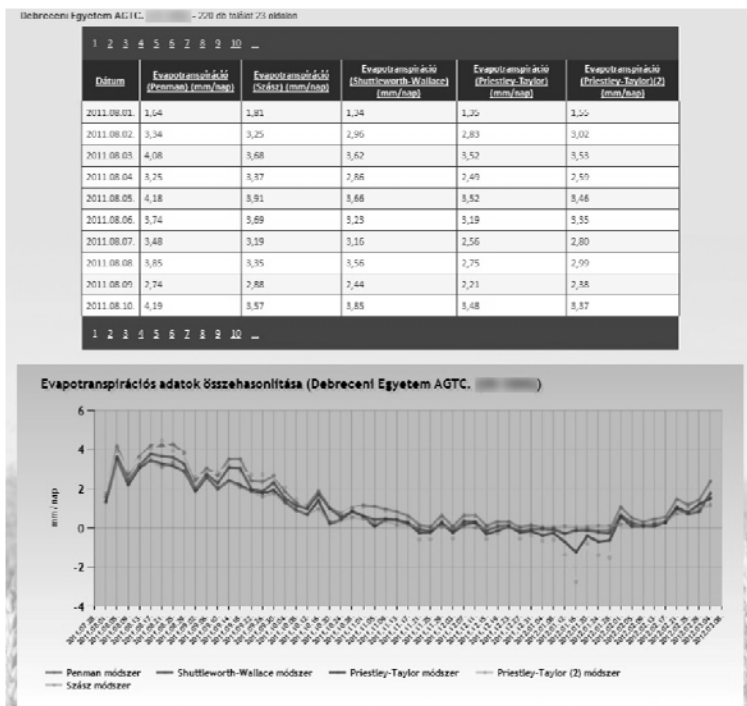
Evapotranspirációs értékek numerikus és grafikus megjelenítése

A minőségi termelés elengedhetetlen feltétele a korszerű vízgazdálkodás és öntözés. Azonban a rosszul időzített, a túl sok, illetve túl kevés öntözés egyaránt veszélyeztetheti a termés megfelelő mennyiségét. A megfelelő mennyiségű öntözés megfelelő időzítéséhez elengedhetetlen az abiotikus párolgás (evaporáció) és a növények általi aktív párologtatás (transpiráció), együttesen az evapotranspiráció értékeinek figyelembe vétele az öntözés tervezése során.

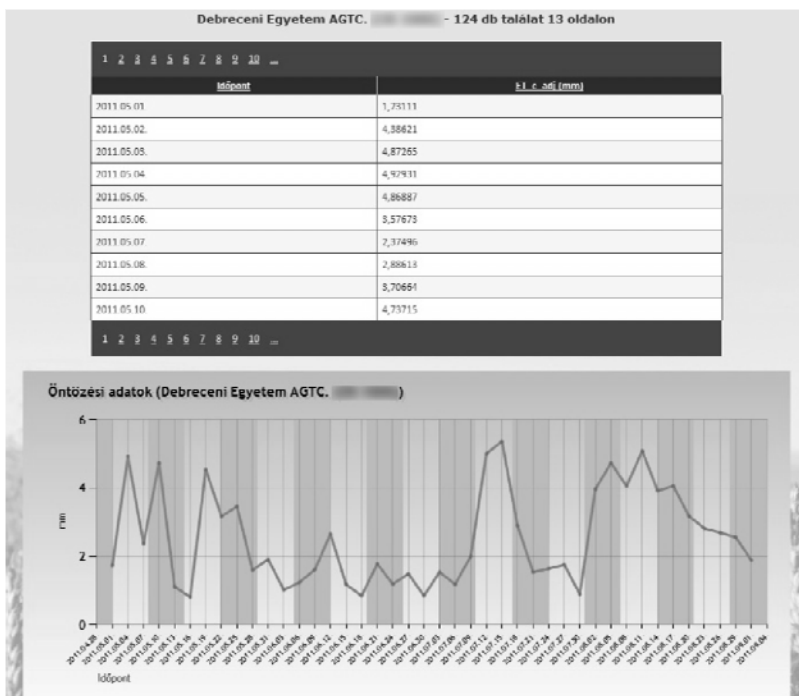
Az eAGRO segítségével számos elfogadott módszer alapján számítható az evapotranspiráció adott napra vonatkozó értéke, így jól tervezhető az öntözés mértéke és ideje is. A különböző módszerek alapján számított értékeket a szoftver grafikusan és numerikusan is megjeleníti az adatok összemérhetősége érdekében (4. ábra).

Öntözés

Az evapotranspirációs értékek felhasználásával további tudományos eljárások és képletek alkalmazásával végrehajtható az egy adott talajtípusra, adott növényre, adott időszakra vonatkozóan az öntözési adatok kiszámítása. A felhasználó számos paramétert beállíthat, majd megkaphatja az egy adott napra vonatkozó szükséges öntözési adatokat (5. ábra).



9. ábra Evapotranspirációs értékek összehasonlítása



10. ábra Öntözési adatok megjelenítése

Rovarcsapda

A rovarkártevők számának poharas csapdázással történő meghatározását hivatott szolgálni a lekérdező rendszer csapdázott kártevők darabszámának lekérdezésére szolgáló felülete. Ezen az oldalon kétféle jogosultságú felhasználót kell megkülönböztetnünk: az egyik csak lekérdező szerepkörrel rendelkezik, míg a másik a kihelyezett csapdákat ellenőrző adatlekérdező és adatszolgáltató szerepkörű felhasználó. Kizárólag az utóbbi számára érhető el a felületen az adatrögzítés panel.

Az adatrögzítés során megadhatóak az egyes rovarcsapdák esetében a következő adatok: az észlelt kártevő neve, csapda helye, a csapda kihelyezésének dátuma, a megfigyelés dátuma, a csapda sorszama, illetve az észlelt kártevők darabszáma.

Műszaki meghibásodások és adatátviteli hibák észlelése, kezelése

Az adatgyűjtő állomások az időjárási és környezeti hatások változásainak vannak kitéve, így bármikor előfordulhat egy esetleges műszaki meghibásodás. A meghibásodásokat két csoportba sorolhatjuk: az egyik csoportba tartoznak az olyan meghibásodások, melyek során az adatgyűjtő állomásokon csupán néhány szenzor hibásodik meg, míg a másik csoportba azokat a hibákat sorolhatjuk, melyek miatt az egyébként megfelelően működő adatgyűjtő állomás nem tudja elküldeni az általa mért adatokat (pl. lemerült akkumulátor, meghibásodott modem).

A műszaki meghibásodások eredménye az, hogy a meghibásodott szenzor vagy szenzorok nem mérnek környezeti adatot, ezért a beérkező adatok között az adott szenzor által mért mezők értéke nem numerikus, hanem numerikus hibára utaló karaktersorozat (pl. NaN). Ezeket az adatbázisba történő betöltés előtti adatfeldolgozás során az adatbázisrendszer által értelmezhető értékre kell konvertálni, hogy egyrészt egyszerűen kereshetővé váljanak a hibák, másrészt pedig a különböző eljárások így nem jeleznek hibát működésük során, továbbá nem mutatnak torzítást sem a végeredményt illetően (pl. összesítés során).

Abban az esetben, ha egy adatgyűjtőtől egyáltalán nem érkezik adat, akkor valószínűleg elektromos vagy adatátviteli hiba következett be. Az adatátviteli hibákat egy állandóan működő hibafigyelő rendszer észleli, mely tetszőlegesen paraméterezhető: beállítható az ellenőrzés rendszeressége, az adatküldés szünetelésére vonatkozó riasztási határidő, az értesítendő személyek e-mail és telefonos elérhetősége, valamint az esetlegesen észlelt hibáról – munkaidő figyélssel – SMS, illetve e-mail küldésének gyakorisága.

Többnyelvű felhasználói felület

A felhasználói felületen található egy nyelvválasztó lista, melyből kiválasztható a felület szöveges tartalmának kívánt nyelve, így minden oldalon dinamikusan elvégezhető a nyelvváltás (6. ábra).

A lekérdező felület alapértelmezett nyelve a magyar, ám a bejelentkező oldal első betöltésekor a felhasználó számítógépének alapértelmezett nyelvbeállításainak megfelelő nyelvet próbálja meg a rendszer kiválasztani a felület nyelveként.



11. ábra Többnyelvű felhasználói felület

Térinformatikai adatbázis építése városökológiai kutatáshoz

Dr. Pődör Andrea¹

¹ egyetemi docens, Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai KAr, pa@geo.info.hu;

Abstract: The presentation deals with the problem, how to build an appropriate database for urban ecological research. Three cities will be examined in this research (Sopron, Szombathely and Szekesfehervar). The building of the GIS Database for this purpose is based on the data produced by different applied research fields like hydrology, geology, pedology, climate research, remote sensing etc. containing attributes and other data is needed to integrate into their analyse. The all data of the applied sciences will be fit in one GIS system so the researchers will be able to carry out integrated analyses of the environment and the change of the environment. The researchers who are responsible to build the Geoinformatical System faced to different methodological problems in integrating the different types of data on many scales. First the researchers defined what type of reference data (topographic maps, aerial photos etc.) is necessary and what kind of data sources are available. Next step was to define the necessary attribute information. Another problem is the implementation of the measured data into the system. The last problem is that the researchers should investigate what kind of thematic maps can be created from this data. Further development will be a model which is built for the monitoring of the urban ecological analyses for the three cities; this must be solved based on this GI System.

Bevezetés

A városökológia a városi környezetben előforduló élő szervezetek és a városi környezet kölcsönhatásával foglalkozik. A városökológiával foglalkozó kutatók tanulmányozzák a fákat, folyóvizeket, a vadon élő állatokat, és a városokban található nyílt területeket, hogy megértsék ezen erőforrások kiterjedését, azt hogyan változnak ezek a környezetszennyezés hatására.

Az emberiség mintegy 60%-a városokban él. A városökológiai kutatások hatására jobban megértjük a városban lezajló változásokat, és a közösség bevonásával megváltoztathatjuk a nem megfelelő folyamatokat. Ebben segíthet: a madarak tanulmányozása, a területek rendbetétele, parkok létesítése, a közösség erősítése, ezáltal a közbiztonság növelése, az életminőség javítása, egészségesebb élhetőbb települések tervezése.

A városi ökoszisztémában is működik az egyes élő és élettelen tényezők kölcsönhatása (napsugárzás, víz, fák, mikrobák). A városi ökoszisztémában azonban ezek a kölcsönhatások lényegesen megváltoznak, a fedett területek, háztetők megváltoztathatják a hidrológiai viszonyokat, az átlag hőmérséklet növekszik.

Számos lehetőség áll rendelkezésünkre ezek megváltoztatására:

- Fák telepítése
- Kertészkedés, virágos ablakok
- „Green building” tervezése
- Zöld tetők stb.

Az ilyen kutatásoknak elsősorban nem „ítélethozatal” a célja, hanem annak megértése mi történik. (<http://urbaneco.org/urnabecology.asp>, http://en.wikipedia.org/wiki/Urban_ecology#cite_note-0)

Magyarországon is számos kutatóműhely foglalkozik ezzel a témakörrel. A Nyugat-magyarországi Egyetem kihasználva karainak területi diverzitását hasonló jellegű kutatását egyszerre három városban folytatja: Sopronban, Székesfehérváron és Szombathelyen. Ezáltal a kutatók szándékai szerint képes lesz a hasonló folyamatok eltérő környezetben lefolytatott vizsgálatára és képet kap arról, hogy az eltérő természet- és társadalom földrajzi viszonyok hogyan befolyásolják a városokban lejátszódó folyamatokat.

A kutatás első lépéseként a városokra gyakorolt emberi hatás vizsgálatát követően a kutatók elemzik és modellezik a megváltozott ökológiai rendszert. Az adatgyűjtés során keletkezett információkat egy térinformatikai rendszerben tároljuk. Az adatokat elsősorban a különböző tájkarakter típusoknak megfelelően gyűjtik a kutatók (KONKOLYNÉ GY. É. 2033; SWANWICK et al. 2002). Lehetőség szerint minden tájkarakter típusban igyekeznek hidrológiai, talajtani, klimatológiai, levegőszennyezettségi adatot mérni.

A GIS olyan rendszer, mely képes térbeli adatok gyűjtésére, tárolására, kezelésére, elemzésére, bemutatására, megfigyelésére és modellezésére (MÁRKUS B. 2010). Földrajzi helyhez kötött adatoknak két fő komponense van: térképi adatok és leíró (attribútum adatok). A térképi részben két alapvető adatszerkezetet használhatunk: raszteres és vektoros. A két adatszerkezet szabadon kombinálható egy térinformatikai adatbázison belül. Így a kutatók egy térinformatikai rendszer felépítésével képesek a különböző paraméterek változásának modellezésére. A modellfuttatások során lehetővé válik a trendek elemzése, és ezáltal a városi környezeti tervezése segítése.

Adatgyűjtés és források

A városökológiai kutatás szükségessé teszi több tudományterület együttműködését:

A városökológia interdiszciplináris kutatási terület: az összes aspektus feltárása különböző tudományterületek együttműködését igényli (meteorológia, talajtan, urbanisztika, szociológia, biológia, architektúra)(GÉCZI R. 2007), valamint a városi környezet konfliktusainak feltárását (MUCSI L. 1996).

Így a jelen kutatás során is a városi környezetben integrált környezet-elemzés során komplex geoinformatikai rendszerbe illesztett adatokat vizsgálunk a földtani, a talajtani, a hidrológiai, klimatikus és a biotikus tényezők vonatkozásában, a várost magában foglaló táj típusokban.

GIS adatbázis kialakítása annak alapján történik, hogy az eltérő tudományterületek – földtan, hidrológia, levegő vagy klíma és a természeti kör-

nyezet – milyen leíró adatokat állítanak elő, illetve az elemzéseikhez milyen egyéb adat integrációjára van szükség.

A GIS rendszerbe minden rendelkezésre álló forrás integrálását el kell végezni. A kutatáshoz a következő források állnak rendelkezésre:

1. Topográfiai térképek
2. Domborzatmodellek
3. Űrfelvételek
4. Hiperspektrális felvételek
5. Légifelvételek
6. Attribútum adatok – talaj, víz, levegő, növényzet, egyéb statisztikai adatok
7. Ökológiai leírások és korábbról meglévő térképek

Módszerek

Az adatbázis tervezés teszi a GIS kivitelezését hatékonyá. (ZEILER 1999). A tervezési fázis legfontosabb feladata, hogy megfelelő kérdéseket tegyünk fel. Épp ezért a kutatás elején a résztvevők összegyűltek, hogy meghatározzák, milyen a GIS rendszernek milyen elvárásoknak kell megfelelnie, a térinformatikai rendszer felépítésével foglalkozó kutatók erre alapozva egy kérdőívet szerkesztettek, melyben a létrehozandó térinformatikai rendszerre vonatkozó alapvető elképzeléseket vizsgálták, így segítve a térinformatikai adatbázis tervezését a különböző tudományterületek számára.

Minden funkció esetén meg kell határoznunk, hogy az adott kutató csoportnak milyen adatra van szüksége ahhoz, hogy a vizsgálatához szükséges információt kinyerhesse. Minden adattípus esetén meg kell határoznunk, hogy milyen adatforrásra van szükségünk. A folyamat végén az adatainkat logikai csoportokba kell rendeznünk.

A tervezés a megvalósítás fázisában egy interaktív és iteratív folyamat (ZEILER 1999).

ARCTUR és ZEILER (2004) szerint az adatbázis tervezés hat alapvető lépésből áll:

1. A geoadatbázis tervezésének fejlesztése
2. A terv módosítása a GIS szoftverben
3. Adatok feltöltése a geoadatbázisba
4. Topológia építése
5. A modell tesztelése
6. A modell javítása (ARCTUR–ZEILER 2004)

Abban az esetben, ha nem alkalmazunk CASE (Computer aided software engineering) eszközöket, valamint ha egyszerű az adatmodellünk és az adat már rendelkezésünkre áll az adatbázis tervezése az adatok betöltésével

és ehhez kapcsolódóan az adatbázis séma létrehozásával kezdődik. Kutatásunkban az adatbázis tervezése során más kutatási területek által előállított adatokra támaszkodunk (hidrológia, geológia, talajtan, klimatológia, biológia, távérzékelés), így az általuk előállított térbeli és leíró adatokra, valamint a további elemzésekhez szükséges források integrálására.

Igényfelmérés (az elfogadott kutatási terv szerint)

Az igényfelmérés célja, hogy tisztán lássuk a részprojektek térinformatikai igényeit és össze tudjuk egyeztetni a kutatók elképzeléseit és a térinformatika lehetőségeit. További cél a térinformatikai adatbázis konzisztenciájának biztosítása.

A következő kérdésekre kerestük a választ részterületenként:

- Mekkora földrajzi területre terjed ki a kutatás (max. 13x13 km!)?
- Mi a célja a kutatásnak térinformatikai szempontból?
- Milyen megfigyeléseket szeretnénk a térinformatikai adatbázisban ábrázolni?
- Milyen egyedek formájában szeretnénk leképezni a munkánk (megfigyeléseink) eredményét (pont, vonal, poligon, raszter)?
- Körülbelül hány egyed lesz az egyes rétegekben?
- Milyen leíró adatokat szeretnénk az egyedekhez hozzárendelni?
- Milyen típusú elemzéseket szeretnénk elvégezni a saját részterületünkön belül? (Milyen eredményeket szeretne kapni a kutatási adatok alapján)?
- Milyen típusú elemzéseket szeretnénk végrehajtani a többi részprojektek adataival? (PÖDÖR A.–VÉGSŐ F. 2012)

A kérdésekre adott válaszok alapján történt az adatbázis tervezése. Egyértelmű volt, hogy a tervezés során az egyik legfontosabb információt a mintavételi pontokból származó adatok képezik.

A mintavételi pontok

A mintavételi pontok a következő területen szolgáltathatnak adatokat:

- **Talaj:** beépítettség és állapotvizsgálat, valamint az erózió, defláció, savas ülepedés, nehézfém, szerves anyag terhelés detektálása
- **Víz:** vezetékes ivóvíz ellátás, szennyvízkezelés vizsgálata
- **Levegő:** emisszió források és ezek értékei, meteorológiai adatok, szennyezés koncentrációjának mérése
- **Flóra és fauna:** az összetétel vizsgálata, szennyezőanyagok a levelekben (csak Sopron esetén)
- **Zöldfelület, beépített terület:** fák, parkok, vízfelületek, mint élőhely lehatárolása távérzékelés segítségével (JANCSÓ T. 2010)

A mintavételi pontok dimenziója

Mivel a geoadatbázis legfontosabb szegmense a távérzékelés során kinyert adatokon kívül a mintavételi pontokból származó adatok, fontos része a geoadatbázis tervezésnek, hogy meghatározzuk ezek jellemzőit.

A terepen vett mintákból származó adatok többféle dimenzióval rendelkeznek:

- a mintavétel helye
- a mintavétel helyzete
- a mintavétel ideje
- a meghatározott jellemzők típusai

A mintavétel helye megadható koordinátákkal, nem geometriai vonatkozási rendszerrel (hrsz, cím), valamilyen megnevezéssel, azonosítóval ahol a mintavételezés történt. A helyet ez esetben pontként kezeljük.

Mivel több minta mérése is megtörténhet ugyanazon mintavételi pontban például a talajminták vizsgálata esetén, amikor a mintát ugyanarról a helyről, de különböző mélységekből vették, (0–10 cm, 10–20 cm mélységből). Ezen minták helyzete különböző, de a helyük megegyezik. Ugyanez érvényes lehet a levegőszennyezettségi és a vízmintavételi adatokra is.

A mintavételezés ideje is fontos része a geoadatbázisnak, utal arra, hogy a mintavételezés mikor történt.

A mintavétel idejének kiterjedése lehet:

- Időpont
- Időintervallum
- Élesség (A mintavétel ismételtévenként, havonként stb.)

A leíró adatok szintén fontos részét képezik a geoadatbázisnak mivel ezek segítségével modellezhetik a kutatók környezetüket. Ezen leíró adatok többnyire a következő kategóriákba sorolhatók:

- Mennyiségi adat (fontos a dimenzió)
- minőségi (kategória típusok)
- szöveges leírás
- összetett jellemző

A távérzékelés eredményeiből származó adatok

A távérzékelte adatok feldolgozása nagyon fontos részét képezi a kutatásnak, mivel az így nyert adatok számos fontos információt szolgáltathatnak a felszínborítás, vizes térszínek és a térszerkezetek térképezéséhez.

A legfontosabb felszínborítási kategóriák:

- vegetáció: fás, bokros területek, gyep, mezőgazdasági művelés alatt álló területek

- vízfelület: természetes, mesterséges
- beépített terület: különböző típusú épület (cseréptető, lapos tető)
- utak, szilárd burkolatú felületek
- kopár felszínek, időszakosan növényrel fedett felszínek (VERŐNÉ WOJTASZEK M. 2011)

A geoadatbázisra támaszkodó kutatóknak képesnek kell lenniük a felvázolt elemekből térbeli elemzéseket végrehajtani. Azon mintavételi pontok esetén, ahol egy helyzet is tartozhat az adott ponthoz, az a döntés született, hogy külön rétegekbe rendezve tároljuk ezeket az adatokat az adatbázisban.

Eredmények

Habár a kutatás még nem zárult le, a geoadatbázis tartalmazza a mintavételi pontokban kapott eredményeket, valamint a távérzékelt adatokból főként szegmentálással kinyert felszínborítási osztályokat. Ezekből az adatokból néhány további levezetett adat szintén elérhető.

A geoadatbázisban megtalálható objektumok

A geoadatbázisban tárolt objektum osztályok rendelkeznek névvel, meghatározott leíró adatkészlettel, hozzájuk kapcsolódó művelettel és korlátozással. Az objektum osztályok az objektumok összessége, minden objektum azonos leíró adatokkal, kapcsolatokkal, műveletekkel és korlátozásokkal írható le. Az objektum osztály a a valóságról megalkotott modellünkben egy koncepciót jelképez (ZEILER M. 1999). A különböző kutatási területek eltérő módszereiből és adatforrásaiból következően a jelen geoadatbázis egyaránt tartalmaz vektoros és raszteres adatszerkezeteket.

A geoadatbázisban tárolt vektoros rétegek:

- mintavételi pontok (pont típusú) –talaj, levegő és víz
- DEM (pont típusú)
- utak (vonalas)
- városrészek (poligonok)
- a távérzékelt adatokból osztályozással létrehozott adatok -*.shp fájlok.

A geoadatbázisban tárolt raszteres rétegek:

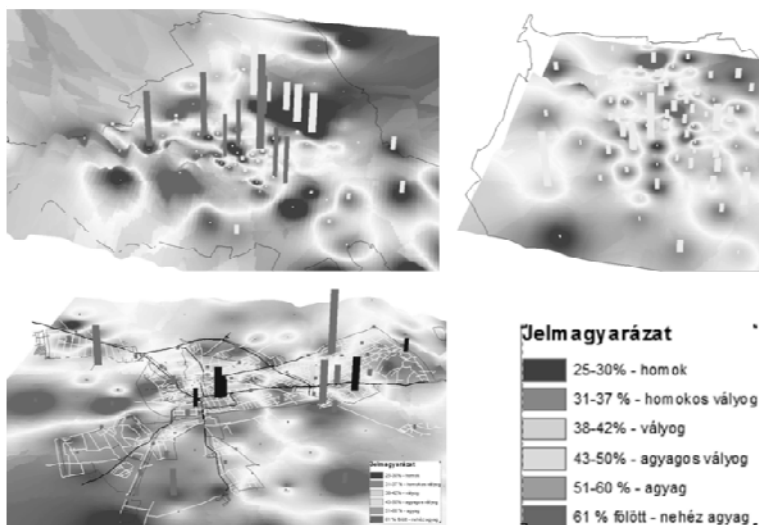
- topográfiai térképek
- ortofotó
- a távérzékelt adatokból osztályozással létrehozott adatok

A geoadatbázisban levezetett adatként tárolt objektumok

- a talaj és légszennyezettség tematikus térképei
- a talajminták interpolált térképei

- DEM raszterállomány

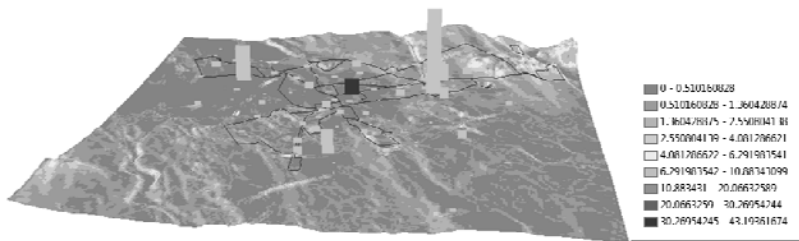
A talajminatvételi helyek viszonylag sűrűn és egyenletesen fedik a vizsgált városok területét, így ezen minták esetén levezetett adatként interpolációs módszerrel meghatározható azon területekről is leíró adat, amelyek esetén nem történt mintavétel. A kutatás jelen fázisában az IDW (Inverse Distance Weighted) módszert alkalmaztam, amellyel egy raszteres felület hozható létre (1. ábra). A különböző megjelenítési modellek alkalmazásakor arra törekedtem, hogy ugyanazokat a tematikus térképezési eljárásokat alkalmazzam mindhárom vizsgált város esetén, hogy a térképek összehasonlíthatóak legyenek. A talajmintavételi adatokból interpolációs eljárással létrehozott felületek együtt vizsgálhatók a távérzékelte felvételek elemzéséből nyert raszteres állományokkal, és a korrelációk detektálhatók. Természetesen a mintavételi adatok sűrűsége nem minden esetben teszi lehetővé az interpoláció alkalmazását, (3. ábra).



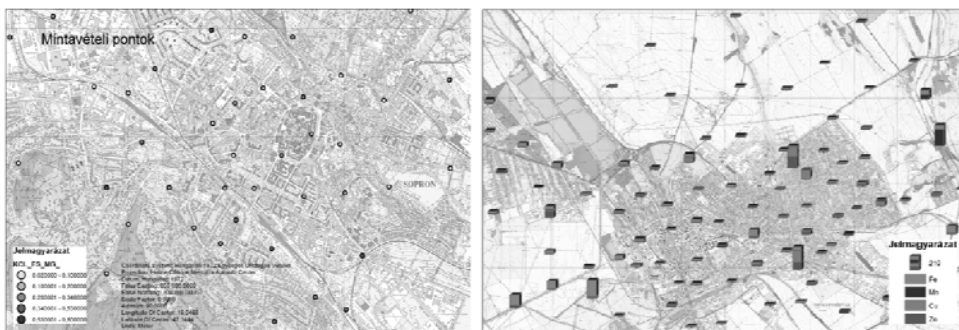
1. ábra Az Arany-féle kötöttségi értékek megjelenítése a domborzatmodellre vetítve, valamint a levegőszennyezettségi értékek összehasonlítása a vizsgált három város esetén.

A domborzatmodell és a talajszennyezettségi adatok vizsgálatából egyértelműen kiderült, hogy a talaj felsőbb rétegeiben található szennyezés még nem került a város mélyebben fekvő térségeibe, és a magasabban található területeken kimutatható nagyobb mértékű szennyezés egyértelműen az ipari területekhez köthető (2. és 3. ábra). A levegőminatvételi adatok esetében jóval kevesebb mérési eredmény áll rendelkezésünkre, így ebben az esetben csak az egyedi értékeke vizsgálatára illetve idősoros összehasonlításra van lehetőség. A vízmintavétel esetén természetesen a mintavételi helyek egy

vonala mentén követik egymást, így a talajmintavételi helyeknél alkalmazott eljárás nem megfelelő. A további elemzések során mindenképpen szükséges vizsgálni, hogy az adatokat vektor vagy raszter adatszerkezetben vizsgáljuk.



2. ábra A talajszennyezettség és az ipari területek kapcsolata Székesfehérvár példáján



3. ábra A talaj KCl és Mg tartalma Sopron belvárosában, a talaj nehézfém szennyezettsége Székesfehérváron

Következtetések

A geoadatbázis jelenlegi állapotában lehetőséget biztosít arra, hogy a kutatók integrált térinformatikai, térbeli elemzéseket végezzenek a segítségével. További értékes információval szolgálhat a hiperspektrális felvételek kiértékeléséből származó adatok geoadatbázisba történő integrálása. A geoadatbázisban rejlő modellépítés segítségével Sopron területén történt előzetes vizsgálat a talajerózió kimutatására, melyet remélhetőleg a másik két város esetén is sikerül tesztelni (CSÁFORDI P.-PÖDÖR A. 2011).

Az egyes városokra kapott, könnyen kezelhető adatbázisokba rendelt információk nagyban segíthetik a helyi önkormányzatokat és a területi tervezőket a környezetvédelmi programok összeállításában, a fejlesztési célok és lehetőségek megállapításában, illetve a természeti környezet védelmé-

nek tervezésében, a településrendezési tervek elkészítésében. Az eredmények hozzájárulnak a fenntartható város koncepciójának gyakorlati megvalósításához. (MIZSEINÉ NYIRI J.– PÖDÖR A. 2011)

Köszönetnyilvánítás: "Jelen mű a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0006 projekt támogatásával készült."

Irodalom

- ARCTUR D.–Z EILER M. (2004): Designing geodatabases : case studies in GIS data modeling. Redlands, CA.: ESRI, 393 p
- ZEILER M (1999): Modelling our world:The ESRI Guide to Geodatabase Concepts. ESRI Press Redlands. CA.
- CSÁFORDI P.–PÖDÖR A. (2011): Eróziós modell létrehozása az ArcGIS Model Builder segítségével (kézirat) NymE Geoinformatikai Kar, Székesfehérvár.
- GÉCZI R. (2007): Városökológia (http://www.geo.u-szeged.hu/TEA/GR/GR_varosokologia_bevezetes.pdf)
- JANCsó T. (2010): A városi öko-környezet komplex vizsgálata a nyugat-dunántúli régióban c. projekt Kutatási terve. NymE Geoinformatikai kar, Székesfehérvár.
- KONKOLYNÉ GYÚRÓ É. (2003): Környezettervezés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- MÁRKUS B. (2010): Térinformatikai döntéselőkészítés. Jegyzet, NymE Geoinformatikai Kar, Székesfehérvár
- MIZSEINÉ NYIRI J.– PÖDÖR A. (2011):Városökológiai kutatások Székesfehérváron Térinformatikai Konferencia. Debrecen.
- MUCSI, L., (1996): A városökológia elmélete és alkalmazási lehetőségei Szeged példáján. PhD értekezés, JATE, Szeged.
- PÖDÖR A.–VÉGSŐ F. (2012): Problems of Building Geoinformatical Database for Urban Ecological Research. International Scientific Conference on Sustainable Development and Ecological Footprint Conference, 26-27. March Sopron.
- Székesfehérvár Megyei Jogú Város II. középtávú Környezetvédelmi Programja 2006–2011
- SWANWICK, C. & LAND USE CONSULTANTS (2002a): Landscape character assessment. Guidance for England and Scotland. West Yorkshire, The Countryside Agency and Scottish Natural Heritage
- VERÓNÉ W.M (2012): A szegmentálás szerepe a távérzékelte adatok kiértékelésében http://geoiq.hu/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=50&Itemid=63
- IDRISI TAIGA Technical specifications
<http://urbaneco.org/urnabecology.asp> (utolsó letöltés 2012.02.01.)
http://en.wikipedia.org/wiki/Urban_ecology#cite_note-0(utolsó letöltés 2012.02.01.)

Településmorfológiai viszonyok területi korrelációjának vizsgálata Debrecen-Józsa településrészben

Dr. Radics Zsolt¹ – Dorogi Zoltán Tamás²

¹ egyetemi adjunktus, PhD, Debreceni Egyetem TTK Társadalomföldrajzi és Területfejlesztési Tanszék, radicszs@delfin.klte.hu;

² projektmenedzser, Észak-Alföldi Regionális Fejlesztési Ügynökség, zoltan.dorogi@eszakalfold.hu

Abstract: Suburbanization is one of the most significant phenomenon in the area of Debrecen. Numerous inhabitants move to suburban zones as a result better circumstances of life, after all they afford more conveniences of life. It is speciality of Debrecen that suburbanizations take place within the administrative boundaries of the city, so that decrease of urban population is not considerable in statistically. Debrecen-Felsőjózsa became the centre of suburbanization in Debrecen region. In the last two decades, population of it was grown more than twice, as a result structure and society of this district was transform. During morphology research, different house categories were determined, connected with their places and drawn in a map in order to we can describe growth and transformation of Felsőjózsa.

Bevezetés

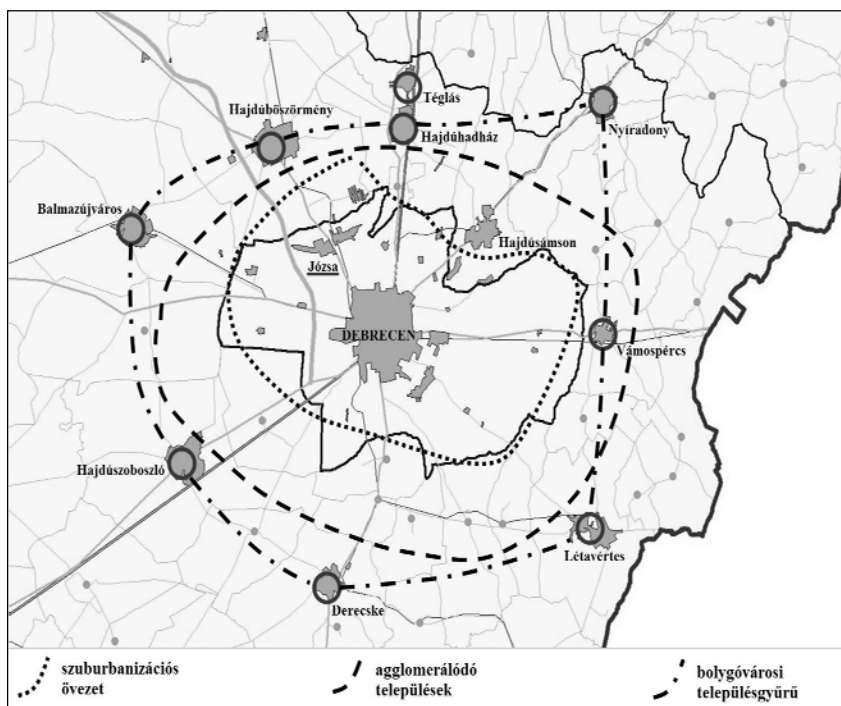
A kutatás egyik célja a mozaikos beépítést mutató Debrecen-Felsőjózsa városrészben területi törvényszerűségek felállítása, és az egyes területek kategorizálása morfológiai típusok szerint. Debrecen-Józsa már Debrecenhez való csatlakozásakor (1982) is jelentős népességgel rendelkezett (6878 fő), így a debreceni szuburbanizációs övezet legnépesebb tagja lett (1. ábra). Népszerűségének töretlenségét bizonyítja népességszámának ugrásszerű növekedése az utóbbi 25 évben, melynek hatására Józsa mára – népességszám tekintetében mindenképp – kisvárosi jelentőségűvé vált (2001: 9541 fő, 2006: 12500 fő).

A gyors népességszám-növekedés kihat a településfejlesztési feladatokra, a közszolgáltatások biztosítására is. Az M35 számú gyorsforgalmi út délnyugatról határolja le a településrész területi terjeszkedésének lehetőségét. Hasonló problémát okoz a település északkeleti részén a Monostori erdő, amely a Nagyerdővel egyetemben védett természeti értéknek minősül, és korlátozza a területi terjeszkedés lehetőségét. A helyzetet súlyosbítja nyugaton Hajdúböszörmény közigazgatási határának közeli fekvése is.

Alkalmazott módszerek

A kutatás első szakasza a szakirodalom megismeréséből és a településrészre vonatkozó levéltári anyag felkereséséből állt. Elemeztük a rendelkezésünkre álló ún. III. katonai térképezés szelvényeit, illetve egybevetettük ezeket a XX. század során készütekkel annak érdekében, hogy ezzel is rálátásunk legyen Felsőjózsa fejlődésére. A terepbejárások során ismerkedtünk

meg közelebbről a településrészrel, ekkor gyűjtöttük össze a későbbi kérdőívvezés kiindulási anyagául szolgáló információbázist, tudniillik mire is szeretnénk rákérdezni, mit is akarunk vizsgálni. Ez az empirikus felmérés kiindulópontja.



1. ábra A Debreceni település-együttes (SÜLI-Z. I. 1994 nyomán PÉNZES J. szerkesztése)

A problémák, kérdésfelvetések megválaszolására alkalmas kérdőív kidolgozása után 2008. nyaratól kezdődően több periódusban került sor a kérdőíves felmérésre, amelynek során a településrész minden telkét, ingatlanát, épületét számba vettük (ez kb. 2400 db egységet jelentett). A felmérés többek között rákérdezett az épületek építési korára, az utcához viszonyított fekvésre, az épület típusára, a vertikális tagoltságra, a kerítés típusára és a területhasználatra. A felméréssel párhuzamosan folyt a telekhatáros térkép digitalizálása.

A felmérést számítógépes adatfeldolgozás követte MS Excel 2003-ban. Ezután az adatokat egyrészt statisztikai elemzésnek vetettük alá, melyet az SPSS 8.0 szoftverrel végeztünk. Másrészt a bedigitalizált térképet összefűzve az adatbázissal (ArcView GIS 3.2) különböző térképeken ábrázoltuk az egyes kategóriákat annak érdekében, hogy ezekből minél pontosabb következtetéseket levonva támaszthassuk alá vizsgálatunkat.

A morfológiai kategóriák térbeli elhelyezkedése, egymáshoz viszonyított helyzete

Az adatok térképi ábrázolásából szépen kirajzolódik a település szerkezete, időbeli alakulása, illetve két nagyobb egység különíthető el.

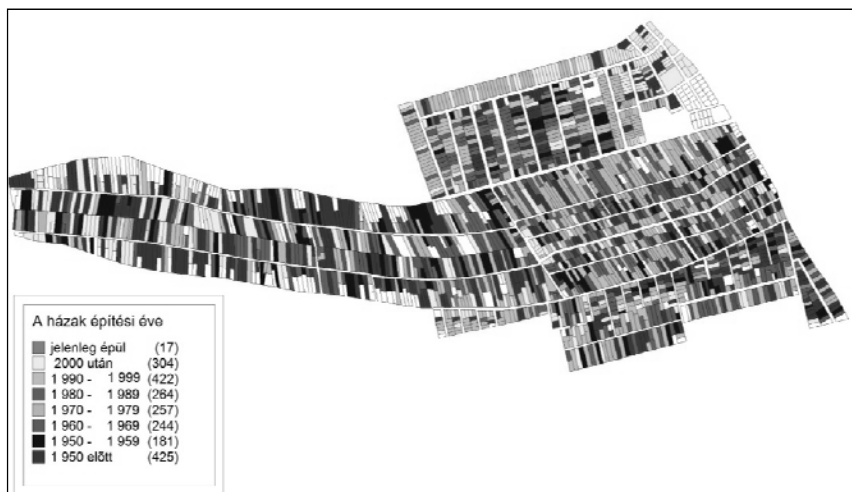
A település délkeleti és északnyugati részén egyértelműen lehatárolhatóak azok a tömbök, melyek egy-egy időszakhoz kötődnek. Ezek közös jellemzője – bármelyik évtizedhez tartoznak is –, hogy nem szervesen a régi településre, hanem azok mellé épültek, mintegy kitolva a település határait. Az egyes korszakok külső megjelenésük alapján is jól elkülöníthetők, ugyanis különböző építészeti irányvonalakhoz tartoznak. Az építkezések előtti fejlesztések tették alkalmassá az adott területeket a letelepedésre (telekparcellázás, infrastruktúra-fejlesztések), s ezek után indulhattak meg a tömeges építkezések – jó példa erre a Rózsástelep utca, melynek beépítéséből is látszik, hogy az utóbbi két-három évtizedben nyitották meg. (2. ábra) Jellemző módon egy-egy utcát, tömböt építettek fel először, így általánosan elmondható, hogy a település belsejéből kifelé haladva egy tömbön belül a házak fiatalodnak. Különös látványt nyújt, amikor a legszélső utca házai a szántóföldekkel határosak, így nem ritka eset, hogy az egyik szomszéd éppen a kukorica-, esetleg egy gabonátábla.

A település belső része Felsőjózsa eredeti szerkezetét mutatja, a hosszú, párhuzamos utcákon hosszú szalagtelkes elrendeződés alakult ki, mely a régi térképeken (például a harmadik katonai felmérés térképein) is jól látható. A Sillye Gábor – Gönczy Pál utcák közti terület, valamint ezek meghosszabbításában, az Elek – Rózsavölgy utcák által lehatárolt rész morfológiailag nem egységes, sőt nagyon is változatos, bár kisebb-nagyobb koncentrációk előfordulnak. Ennek oka a szerves fejlődés, azaz az új házak a régebbiek közé, vagy szanálásuk után azok helyére épülnek. Ám egyszerre nagyobb területen – amely egy tömb, vagy teleszerű képződmény kialakulásának képét vetítené előre – nem történt beépítés. Az utcakép így színes, egymást váltják a különböző korú, stílusú, kinézetű épületek, látványos külsőt kölcsönözve a településnek.

A település központi részén több folyamat zajlik egyszerre, amelyek mind az épületek sűrűsödését okozzák. Először a meglévő épületek közötti foghíjtelkek épültek be, mára ezek azonban szinte teljesen elfogytak, és így a helyhiány enyhítésére új megoldást kellett keresni. Ennek keretében a nagy területtel rendelkező ingatlanok telkeit kettéosztották, amennyiben a telek nem volt elég széles, úgy hosszában választották el őket. Ez esetben a hátsó telektulajdonos a telek meghosszabbításaként egy bejárón keresztül juthat el ingatlanjához az utcáról. Ezeket a telkeket nevezték el a helyiek „nyeles” teleknek, ahol a „nyél” képezi ezt a bizonyos bejárót. Felsőjózsan nem annyira elterjedtek, de azért akad rájuk példa (elsősorban az Elek- és Rózsavölgyi

utcákon). A telekosztások elterjedt módja a széles telkek kettéosztása, amely ott figyelhető meg, ahol elég nagy terület áll rendelkezésre egy lakóház számára (ezt természetesen már a mindenkor érvényes törvényi szabályozás határozta meg). Nagy terület esetén még mindig jókora tér marad, ha azonban a telkek eleve nem volt óriási méretű, akkor az ingatlanok gyakorlatilag udvar nélkül maradhatnak, s csupán pár méter választhatja el a két épületet. Sokszor csak egy kocsni beállónak/ - bejárónak elegendő nyomvonal jelenti az udvart, néhol talán kissé sűrűnek tűntetve fel a területet. A laza, családi házas beépítés hézagos beépítés képét kelti és közelít a zárt forma felé, azt azonban távolról sem éri el.

Harmadik folyamatként új utcákat nyitottak a hosszú telkek találkozásánál. Ez bonyolultabb az előzőeknél, ugyanis minden tulajdonosnak bele kell egyeznie, illetve telkét meg kell osztania. Az első építkezések kizárólag a földhivatali engedélyek és az infrastrukturális beruházások után indulhattak meg. Ettől kezdve azonban egy újabb építési láz kezdődött, ami tovább növelte az épületek sűrűségét. Ezen utcák képe egyöntetűbb, csak a nyitás utáni épülettípusok alkotják (például Pál utca, Rózsástelep utca).

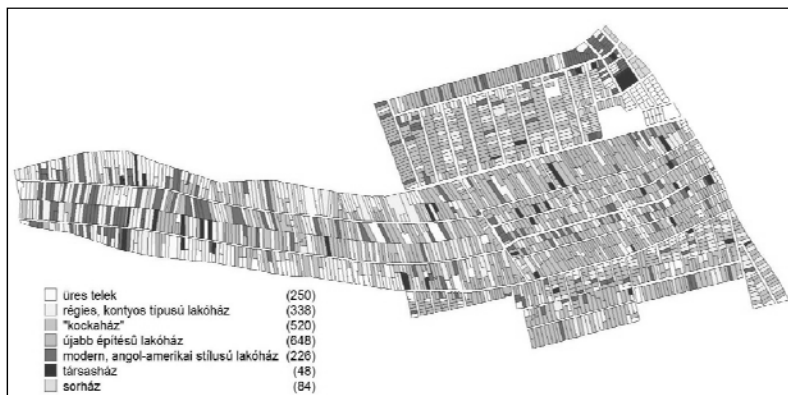


2. ábra Debrecen-Felső-Józsa településrész házai építési korok szerint

A településmag mozaikos elrendeződése sem egyöntetű, megpróbáltunk bizonyos törvényszerűségeket felállítani ezzel kapcsolatban. A terület három részre tagolható, mégpedig a Felsőjózsai és a Bondorhát utcák mentén.

A Szentgyörgyfalvi (35.) út és a Felsőjózsai utca között alakult ki a legrégebbi településrész – itt láthatóak Felsőjózsa legidősebb épületei. (2. ábra) Legnagyobb számban itt találhatóak a fésűs beépítésű nyeregtetős és kontyos házak – sokszor egymás mellett, egy-egy kis tömbben, máskor a későbbi házak között megbújva (3. ábra). A Szentgyörgyfalvi úthoz közel eső

részeken sűrűbbek, attól távolodva fokozatosan csökken arányuk. (4. ábra) Legelterjedtebbek a sáttortetős kockaházak, gyakorlatilag az egész területen nagyobb sűrűségben vannak jelen. A szélső, valamint az újonnan nyitott utcákon az újépítésű családi házak dominanciája egyértelmű. Kisebbséget képviselnek a nyeregtetős–kontyos és sáttortetős kockaházak közti foghíjtelkeken. Angol-amerikai épületek csak elvétve találhatóak a foghíjtelkeken, éppen a Felsőjózsa utcán található egy nagyobb koncentrációjuk.



3. ábra Debrecen-Felső-Józsa településrész háztípusai

A térkép középső részén látható Felsőjózsa utcán alakult ki a település egyik előző központja (tanácsiroda, majd polgármesteri hivatal, iskola, orvosi rendelő, tűzoltószertár és az élelmiszer-vegyesbolt), amelynek épületei elütnek a környezőektől. Az utcával párhuzamosan, hosszan elnyúltak, magasak és sok ablakkal rendelkeznek. A bolt kivételével elhanyagoltak, állapotuk leromlott, de mindenképpen egy régebbi funkcionális központként jelennek meg a térképen.

A háztípusok és a házak építési korának térképei egymás eredményeit megerősítik (3. és 2. ábra), és jól érzékeltetik a település területi növekedésének időbeli stádiumait. A térképeket összevetve a III. katonai térképezés szelvényeivel, lehatárolható a településrész központi magja. Megállapítható továbbá, hogy Felsőjózsa a korábbi utcák folytatása mentén megnyúlt. Másfelől délről és északról, igaz különböző korokban, új utcákkal gyarapodott a településrész, így korábban hosszan elnyúló alakja kiszélesedett. Megfigyelhető a térképről, hogy az egyes háztípusok mely-mely időszakhoz köthetőek, azaz a külső morfológiai jegyek alapján beazonosíthatóak az egyes épületek építési kora és típusa.

Az ingatlanok beépítettségének ábrázolása jól szemlélteti az intenzívebb területhasználatot, mely a szuburbanizáció egyik kísérőjelensége. Kirajzolódik a régies, falusias lakóházak és „kockaházak” laza, illetve hézagos

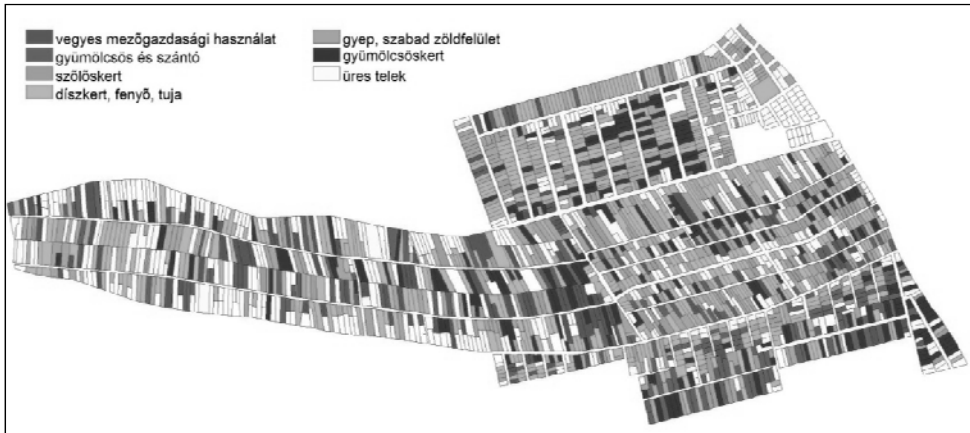
beépítettsége a településrész déli részén és az Elek utca első felében. Az erősen beépített terület még nem teljesen zárt, az épületek között csekély, csak egy „autónyi” hely van szabadon. Minden háztípusra jellemző ez a kép a telekosztások révén, mégis különösen az újjépítésű és az angol-amerikai stílusú lakóházakhoz kötődik. Az utca hossz tengelyéhez viszonyított fekvéshez hasonlóan ezen a településen is elkülönül a sorházas forma teljesen zárt beépítettségével, amely az utcafronton eléggé egyhangú hatást kelt. (4. ábra)



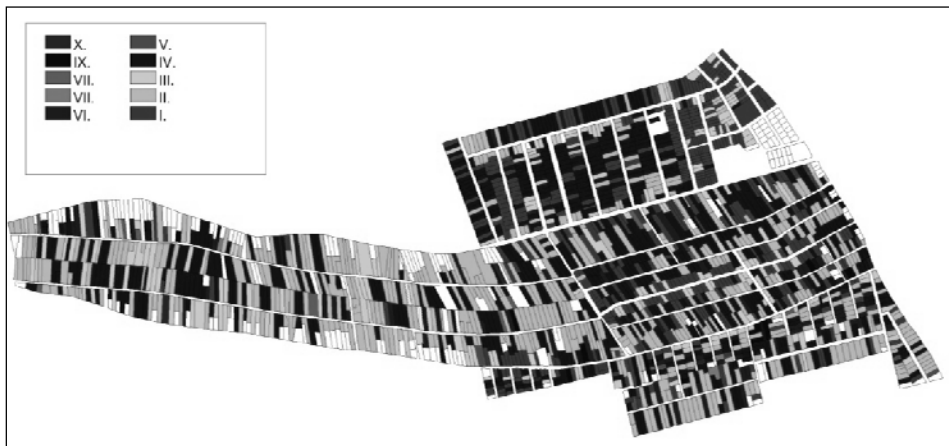
4. ábra Debrecen-Felső-Józsa településrész ingatlanjainak beépítettsége

A területhasználat elárulja, hogy a lazán, hézagosan beépített területeken, ahol elsősorban régies, falusias lakóházak és kockaházak találhatóak, többnyire folyik valamilyen mezőgazdasági hasznosítás, kerthasználat, gyümölcsös, szőlőskert. A zártabb típusok esetében erre már nincs elegendő hely, inkább díszkert, fenyő, tuja, vagy csupán gyepek találhatók. A területhasználat változása jelzi a lakók funkcióját, hiszen kevesebb idejük marad a kertre. (5. ábra)

Kísérletet tettünk a kérdőíves felmérés során rögzített eredmények összevont elemzésére is (SPSS program segítségével). A klaszteranalízis együttesen ábrázolja mindezt, ha minden korábbi térképet egymásra vetítjük. A módszer lényege, hogy a felmérés során felvett értékek, változók közül összegyűjti azokat, amelyek együtt mozognak, s ezekből dolgoz ki kategóriákat, melyek mind mást, azaz eltérő elemet, utcaképet eredményeznek. (NEMES NAGY J. 2005) Az 6. ábra alapján megállapítható, hogy a régi településmag teljesen heterogén, benne nagyobb tömbök nem találhatóak. Itt tehát mind a beépítés, mind a területhasználat szervesen beépül a korábbi struktúrába, értelemszerűen azt színesíti. Hasonló következtetés mondható el a településrész megnyúlt részével kapcsolatban, bár itt kevesebb típus található, de nagyobb tömbök nem jellemzőek.



5. ábra Debrecen-Felső-Józsa településrész ingatlanjainak területhasználati típusai



6. ábra Debrecen-Felső-Józsa településrész ingatlanjainak típusai a klaszteranalízis alapján

A településrész északi részén egyértelmű tömbök jelölhetőek ki, a homogén területek élesen válnak el egymástól. A tömbszerű megjelenés az új építésű – újképvárosias településrész sajátossága, ami a szuburbán folyamatok célterülete.

Mindezekből következik, hogy Felsőjózsan igenis tapasztalható egyfajta területi szegregáció, sajátos térhasználat. Itt merül fel kérdésként, hogy ez a szegregáció a lakók körében is kimutatható-e, kialakulóban van-e valamilyen közösségi norma, külön identitás, ami a szegregáció folyamatához vezet. Mindezen kérdésekre egy mélyebb szociálgeográfiai vizsgálat adott választ.

Következtetések

A tanulmány megpróbálta bemutatni Felsőjózsa történetén keresztül a szuburbanizációs folyamat előzményeit, majd a közigazgatási csatlakozást és az azt követő robbanásszerű átalakulás szakaszát, mely mind a mai napig tart.

Szólunk röviden a beépítési típusokról, majd a településrészen fellelhető háztípusokat elemeztük többféle aspektusból megközelítve a kérdéskört. A házak építési idejének térképi ábrázolásával kirajzolódott előttünk a településrész fejlődésének, növekedésének területi sajátossága. Végül pedig ez alapján a településrészt nagyobb egységekre bontottuk, és ezen belül határoztuk meg a hozzá tartozó morfológiai jellegeket, a beépítési formákat, háztípusokat és az utcaképet. A lakók heterogén formában élnek együtt, illetve egymás mellett. A településrész központi területén ez bátran kijelenthető. Némi homogenitás inkább az újépítésű tömbökben lép fel, ugyanakkor problémát ez még nem vet fel.

A morfológiai típusok egyértelműen megfeleltethetőek egy-egy építési-tervezési korszaknak. A lakók körében azonban ez korántsem teljesül minden esetben. Józsán – bár a kertvárosi környezet domináns – egyre inkább a városi formák terjedése figyelhető meg. Napjainkban még színes képet nyújt, de a jövő talán megszakítja ezt és teljesen városivá alakítja.

Irodalom

- BECSEI J.* (1988): Településen belüli társadalom és morfológia. – Alföldi Tanulmányok, 12. pp. 80-97.
- CSAPÓ T.* (2005): A magyar városok településmorfológiája. – Savaria University Press, Szombathely. 204 p.
- JANKÓ F.* (2005): A települések belső szerkezetének vizsgálata: a „Mendől-módszertől” a szociálgeográfiáig. – Földrajzi Közlemények, CXXIX. (LIII.) 1-2. pp. 15-30.
- KSH* (2003): A nagyvárosok belső tagozódása: Debrecen. – Központi Statisztikai Hivatal Hajdú-Bihar megyei igazgatósága, Debrecen. 100 p.
- MENDÖL T.* (1936): Alföldi városaink morfológiája. – Közlemények a Debreceni Tiszsa István Tudományegyetem Földrajzi Intézetéből, 1. pp. 1-44.
- NEMES NAGY J. (SZERK.)* (2005): Regionális elemzési módszerek. – Regionális Tudományi tanulmányok 11. ELTE Regionális Földrajzi Tanszék – MTA-ELTE Regionális Tudományi Kutatócsoport, Budapest. pp. 205-211.
- SÜLI-ZAKAR I.* (1996): Debrecen gazdaságának és településszerkezetének történeti-földrajza – In: Tanulmányok Debrecen városföldrajzából II. (szerk: Süli-Zakar I.), KLTE Társadalomföldrajzi Tanszék, Debrecen. pp. 149-265.

A publikáció elkészítését a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

A DEM alapú GPS-es méréstervezés gyakorlati hatása a mérési pontosságra napjainkban

Rábay Andor¹

¹ PhD-hallgató, Pécsi Tudományegyetem Földtudományok Doktori Iskola, andorpp@gamma.ttk.pte.hu

Abstract: The development of consumer-grade or navigation class GPS receivers leads to higher accuracy and reliability in positioning, even in poor receiving conditions. This development changes the significance of some parameters of the measurements. It is generally accepted fact, that the accuracy can be improved with measurement planning software. My study pointed out that the planning is effective only if horizon blocking is also simulated with DEM modeling software. Measurements done at geodetic points indicated that there is no unambiguous connection between the satellite geometry (represented by DOP value) and the accuracy of navigation class GPS receivers.

Bevezetés

A mesterséges zavarástól mentes polgári műholdas helymeghatározás több mint egy évtizede alatt a navigációs osztályú GPS vevők folyamatos fejlődésen mentek keresztül, a készülékek újabb generációi mind elektronikai, mind szoftveres szempontból is előrelépésnek számítanak elődeikhez képest. Ez a fejlődés elsősorban az átlagos körülmények között elérhető pontosság javulásában nyilvánul meg, amit jól szemléltet az a tény, hogy az újabb kutatások a korábbi vizsgálatokhoz képest rendre jobb eredménnyel zárultak (TAKÁCS B. 2002; PÁZMÁNYI et al. 2004; WING M. G.–EKLUND A. 2007; RANSOM M. D. et al. 2010). Megfigyelhető továbbá, hogy a modernebb készülékek pontosságára kevésbé van kihatással a közvetlen környezet, például a domborzat (RÁBAY A. 2011).

A navigációs osztályú GPS-eknél korábban a hardveres újdonságok hoztak jelentős áttörést, ide sorolhatjuk a nagyobb nyereségű antennákat és a jobb jel-zaj viszonyt produkáló feldolgozó áramköröket. Manapság pedig a készülékek belső szoftverének (firmware) fejlődése segít abban, hogy minél szélsőségesebb mérési viszonyok között is tartható legyen a készülékre általánosan jellemző pontosság. A nagyobb számítási teljesítménynek és a kifinomultabb feldolgozó algoritmusoknak köszönhetően változnak azok a tényezők – illetve azok fontossági sorrendje – amiket figyelembe kell venni mérés során. Jó példa erre a többutas jelterjedés (multipath), mely korábban komoly problémákat okozott épített környezetben történő munka során, a modern készülékek azonban igen jó hatásfokkal képesek kiküszöbölni a jelenség okozta pontatlanságot.

A fejlődéssel párhuzamosan tehát időről időre fel kell tenni a kérdést, hogy vajon mérés technikai eljárásaink és a mérés során általunk fontosnak tartott paraméterek, körülmények valóban tényleg akkora hatással vannak-e a mérés eredményére, mint azt korábban megszoktuk, vagy a technikai újítá-

soknak köszönhetően már kevésbé kell azokat figyelembe venni. Vizsgálataimat egy ilyen paraméterre, a műholdgeometriára nézve végeztem el, azt kutatva, hogy a domborzat figyelembevételével mennyire lehet pontosan előre jelezni a mérési körülményeket, valamint a méréstervezés milyen hatással van a mérési pontosságra. A méréseket navigációs osztályú GPS-ekkel végeztem, mivel azokon a területeken (pl. geográfiai, biológiai, hidrológiai, és egyéb környezettudományi kutatások), ahol nincs szükség vagy anyagi forrás geodéziai pontosságra, előszeretettel alkalmaznak terepi adatgyűjtéshez ilyen vevőket.

A műholdgeometria és a DOP érték jelentősége

A megfigyelőhöz – tehát a GPS vevőhöz – rögzített horizontális koordináta-rendszerben két szögértékkel (azimut és magasság) meghatározható a műholdak helyzete az égbolton. Műholdgeometria alatt a műholdak egymáshoz viszonyított elhelyezkedését értjük, ez a konstelláció és a holdak száma pedig utal a várható mérési pontosságra, ugyanis az égbolton egyenletesen elhelyezkedő műholdak pontosabb helymeghatározást tesznek lehetővé, mint az egymással kis szöget bezáró egységek (SANTERRE R. 1991). Ennek jellemzésére használjuk az ún. DOP (Dilution Of Precision) értéket, mely a műholdak elhelyezkedéséből mátrixszámításokkal vezethető le.

A DOP érték jelentőségét az adja, hogy a navigációs osztályú GPS vevők aktuális pontosságára nézve elég kevés információnk van. Mivel nem képesek ismert földi referenciaponton elhelyezett másik vevőegységgel differenciális mérésre, így a mérést terhelő pontos hibát (méterben megadva) sem ismerhetjük. A műholdgeometriát és az azt jellemző DOP értéket viszont ezek a készülékek is képesek megjeleníteni és tárolni, így terepi munka során támpontot adhatnak az aktuális pontosságot illetően.

A nagyobb DOP érték rosszabb műholdgeometriát, valamint várhatóan kisebb pontosságot jelez (MENG X. et al. 2004). Többféle DOP értéket is definiálhatunk, a legtöbb terepi munka esetében azonban elegendő a HDOP (Horizontal DOP) értékével foglalkozni, ez hordozza a vízszintes koordináták meghatározása szempontjából lényeges információt. A szakirodalom sem egységes abban a tekintetben, hogy mely DOP értékek milyen minőségű mérést tesznek lehetővé (LANGLEY R.B. 1999). Azonban általában elfogadott megállapítás, hogy a készülék technikai paraméterei alapján elérhető legnagyobb pontosságot $DOP < 1$ esetén kapjuk. Jól használható eredményhez jutunk 1–1.4 közötti DOP érték mellett is, e fölött viszont már romlik a pontosság. 2-nél nagyobb DOP érték navigációs célokra még bőven megfelel, precíz mérésekhez viszont már kevésbé, ennél is rosszabb műholdgeometriánál (pl. $DOP > 3$) pedig már a helymeghatározás folyamatossága és megbízhatósága is kérdéses.

Méréstervezés domborzatmodell segítségével

Mivel a GPS műholdak pályája térben és időben is pontosan ismert, így megfelelő szoftverrel egy adott pontról megfigyelhető műholdgeometria előrejelzése is könnyen megvalósítható. Ilyen méréstervező programok a nagyobb GPS gyártók (pl. Topcon, Trimble) honlapjáról szabadon letölthetők. A szoftverek a mérés helyszínének hozzávetőleges koordinátái és a tervezett mérési időpont ismeretében kiszámolják és megjelenítik a látható műholdak számát és az adott műholdgeometriát jellemző DOP értéket. A méréstervező programok számára általában polárkoordináta-rendszerben megadható a műholdak láthatóságát alapvetően meghatározó kitakarási térkép, valamint a vételi határszög (elevation cutoff). Ez utóbbi a GPS vevőre jellemző technikai adat, ami azt a határértéket definiálja, amelynél ha kisebb szöget zár be egy műhold a horizonttal, a vevő egyszerűen nem veszi figyelembe az adott műhold rádióhullámait. A horizonthoz közel lévő holdak jele ugyanis sokkal nagyobb utat tesz meg a Föld légkörében, mint a magasabban lévőké, így a helymeghatározás szempontjából megbízhatatlanabbnak számít. A navigációs osztályú GPS vevőknél a határszög legtöbbször konstans érték, de akad állítható változat is. Értéke általában $3-10^\circ$ között szokott változni, de a gyártók ritkán hozzák nyilvánosságra, ennek kiderítése huzamosabb mérés kiértékelésével lehetséges.

A műholdak láthatóságának legfőbb akadálya a domborzat, ha ezt nem vesszük figyelembe a méréstervezés során, akkor pontatlan előrejelzést kaphatunk a műholdgeometriára nézve. Síkvidéki területeken ennek kicsi a jelentősége, hegyvidéki mérést modellezve azonban a domborzat nagy hangsúllyal bír. Az ingyenesen elérhető domborzatmodellek (DEM-ek) és megfelelő (szintén ingyenes) modellező szoftverek segítségével pontos takarási térkép állítható elő, akár automatizált módon is. Sajnos vannak méréstervező szoftverek, melyeknél nincs lehetőség a generált takarási térkép importálására, tehát kézzel kell mind a 360 irányszöghöz hozzárendelni az adott takarási paramétert.

Eszközök

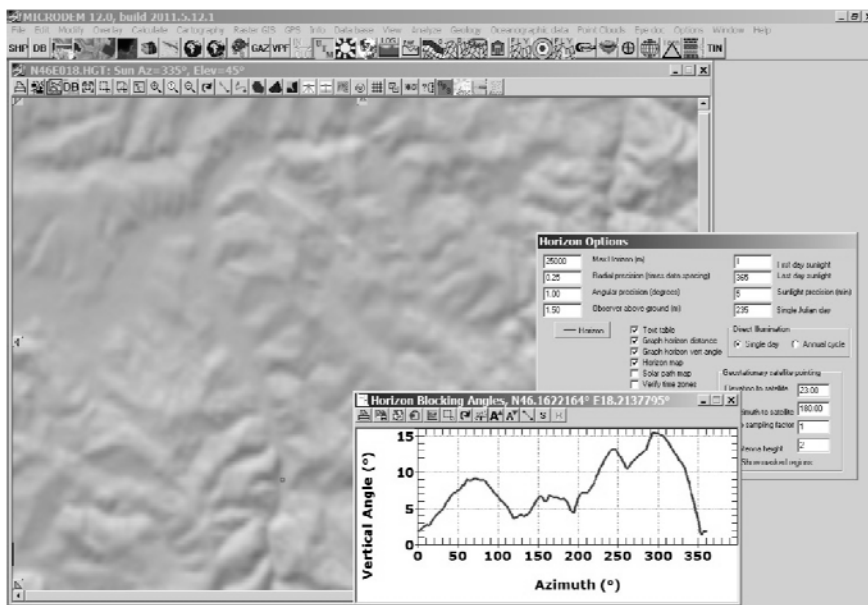
A vizsgálatokhoz az alábbi hardvereket és szoftvereket használtam:

- QStarz BT-Q1000XT GPS logger, 2 sec rögzítési intervallummal
- Garmin Dakota 20 GPS, 2 sec rögzítési intervallummal
- Trimble Planning 2.9: ingyenes méréstervező szoftver
- MICRODEM 12.0: ingyenes domborzatmodellező szoftver
- SRTM és ASTER: 90m és 30m felbontású ingyenes domborzatmodellek
- OpenOffice Calc: táblázatkezelő szoftver

Módszerek

A vizsgálat két részből állt: terepi méréssel arra kerestem a választ, hogy mennyivel nyújt megbízhatóbb előrejelzést a méréstervező szoftver, ha domborzatmodellt alkalmazva precíz horizonttakarási térképet hozunk létre, továbbá ismert koordinátájú geodéziai alappontokon végzett mérések utólagos elemzésével az optimális és a kedvezőtlen műholdgeometria mellett tapasztalható pontosságát vizsgáltam a navigációs osztályú GPS vevőnek.

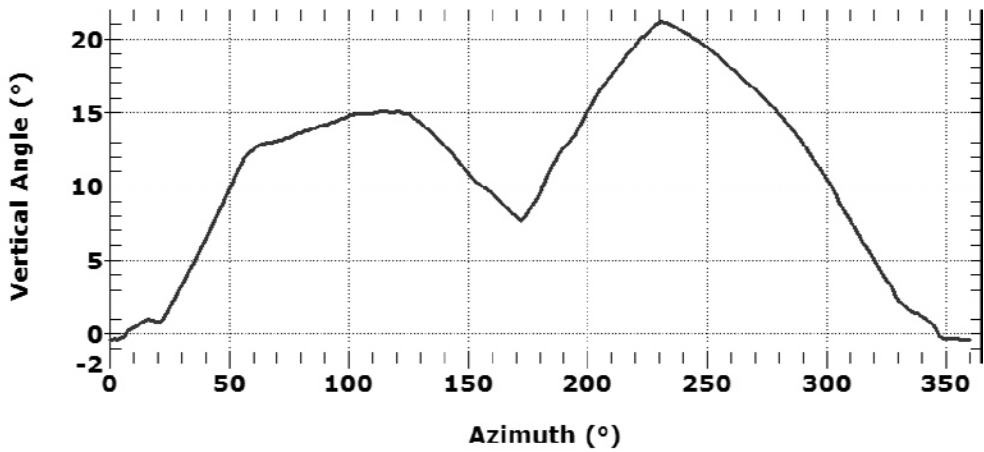
Kitakarás nélküli helyszínen végzett méréssel meghatároztam a felhasznált GPS vételi határszögét. Ehhez azt kellett megállapítani, hogy melyik az a szögérték, aminél alacsonyabban már hiába látja a készülék az adott műholdat, a jelét már nem használja fel. A domborzatmodellel segített méréstervezés teszteléséhez jelentős kitakarással és dús vegetációval bíró helyszínt, az észak-mecseki Mély-völgyet választottam, ahol a korábbi generációs GPS vevőkkel vételi problémák miatt sokszor a helymeghatározás is problémákba ütközött. A horizont takarási térkép létrehozása a MICRODEM és az ingyenes DEM-ek segítségével történt (1-3. ábra).



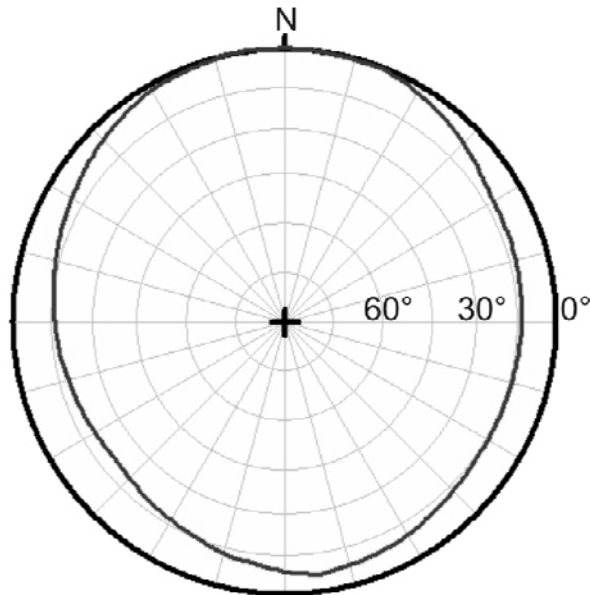
1. ábra Horizont takarási térkép létrehozása a MICRODEM szoftverrel

A mérési eredményeket összehasonlítottam a domborzatmodell nélkül és a DEM segítségével létrehozott előrejelzéssel is. Megvizsgáltam azt is, hogy a különböző felbontású domborzatmodellek közötti eltérés hogyan befolyásolja a méréstervezés pontosságát. Minden helyszínen az adatgyűjtés 24

órán át zajlott, a készülék 2 másodpercenként rögzített koordinátákat, amiket később 10 perces intervallumokra átlagoltam.



2. ábra Horizont takarás diagram



2. ábra Horizont takarás a méréstervező szoftvereknél megszokott polárkoordináta-rendszerben

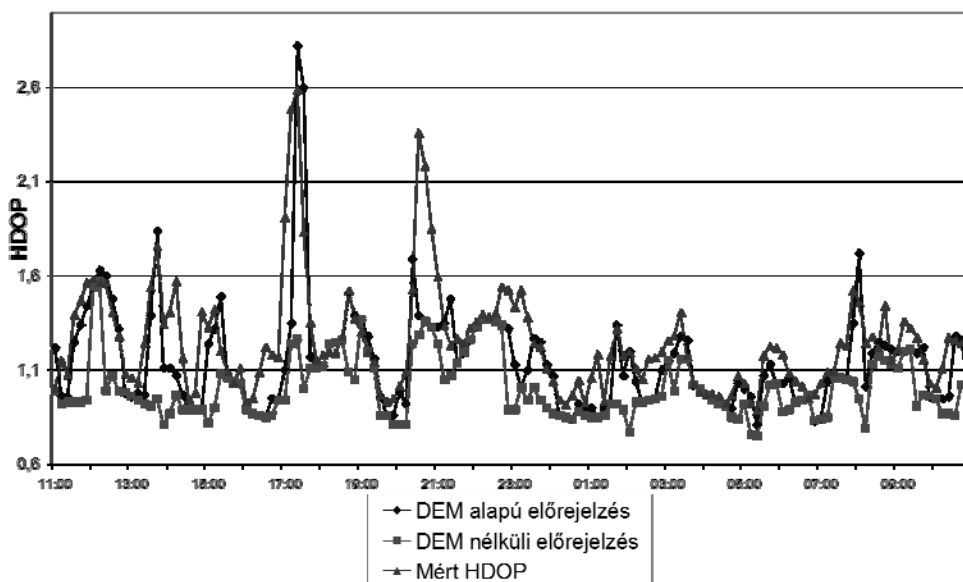
Eredmények

A takarás nélküli területen végzett mérésekből megállapítottam a GPS vételi határszögét. Ehhez a műholdak pozícióját leíró adatok közül a magasságra van szükség, a keresett határszög nagy valószínűséggel megfelel a rögz-

zített adatok között található legkisebb magassági szögnek, ami a felhasznált GPS esetében 7° volt. Minden takarás, ami a határszögnél nagyobb szöget zár be a horizonttal, rontja a GPS műholdak láthatóságát, tehát összességében a műholdgeometriát és a DOP értéket.

Az SRTM és az ASTER domborzatmodell összevetésekor arra az eredményre jutottam, hogy a részletesebb DEM használata érdemben nem változtat a méréstervezés pontosságán. A modellezett horizontttakarási adat-sorokat összevetve az derült ki, hogy irányszögenként az átlagos eltérés $0,59^\circ$, tehát mindkét domborzatmodellel megközelítőleg azonos előrejelzést kapunk. Ez azonban nem általános érvényű megállapítás, csak a vizsgált mintaterületre igaz. Könnyű olyan területet találni, ahol a részletesebb ASTER segítségével precízebb előrejelzés adható. Ilyen lehet például az épített környezet, valamint a sűrűn fedett és fedetlen területek találkozása és általában azok a domborzati formák, amiket csak nagyobb felbontású adattal lehet élethűen modellezni.

Sokkal nagyobb a különbség a DEM alapú és a DEM nélkül készült előrejelzés között (4. ábra). A domborzatot figyelmen kívül hagyó modell rendre alacsonyabb HDOP értékeket prognosztizál, legnagyobb hibája pedig az, hogy nem jelzi előre a viszonylag rövid ideig tartó, de az átlaghoz képest kiugróan magas DOP érték miatt kedvezőtlen időszakokat.



4. ábra Prognosztizált és mért HDOP értékek

A DEM alapú előrejelzés ezzel ellentétben viszonylag pontosan jelzi a várható műholdgeometriát, a prognosztizált HDOP érték átlagos eltérése a ténylegesen mért értéktől $0,14$. Előnye, hogy a DOP minimumokat és maximumokat ha abszolút értékét tekintve nem mindig pontosan, de előre jelzi.

A geodéziai alappontokon végzett mérések megkérdőjelezzik a DOP érték és a mérési pontosság közötti egyértelműnek vélt kapcsolatot (1. táblázat).

1. táblázat GPS-es mérések pontossága a geodéziai alappontokon

	1. alappont		2. alappont	
	HDOP > 2,4	HDOP < 1,0	HDOP > 2	HDOP < 0,9
Átlagosan használt műholdak száma	5,28	7,41	6,31	8,77
Tényleges koordinátától való átlagos eltérés (méter)	3,2	3,6	3,0	2,9
Mérési eredmények szórása (méter)	2,2	2,8	4,2	3,0

A különböző időpontokban, különböző alappontokon és eltérő GPS készülékekkel is elvégzett mérések adatai között nem mutatható ki egyértelmű összefüggés a HDOP érték alakulása és az abszolút pontosság, valamint a mérési eredmények szórása között. Az elvileg kiválóknak számító, 1 alatti HDOP értékkel jellemezhető műholdgeometria esetén semmivel sem kaptam pontosabb helymeghatározást, mint a kedvezőtlennek tartott, HDOP > 2 érték esetén. Az eredmények tehát egybevágóak a korábbi mérések során tapasztaltakkal, miszerint a műholdgeometria nem jellemzi egyértelműen a mérés pontosságát, megbízhatóságát.

A mérési körülményeket vizsgálva megállapítható, hogy az időjárás a műholdgeometriánál egyértelműbb összefüggést mutat a pontossággal. A DOP szélsőértékeket elemezve látszik, hogy az ideálisnak nevezhető műholdgeometriához csak akkor tartozik nagyobb pontosság, ha nem esőben került mérésre. Maga a csapadék nincs hatással a DOP értékre, de a pontosságot kismértékben rontja. Korábbi mérések is bizonyították, hogy a víz egyéb megjelenési formái is nehezítik a pontos mérést, ami alatt elsősorban a nedvességben gazdag, dús vegetációt kell érteni.

Összefoglalás

A méréstervező szoftverek DEM elemzésből származó takarási modellel pontos előrejelzést tudnak adni a műholdgeometriát és DOP értéket illetően, a mérések viszont azt mutatták, hogy a navigációs osztályú GPS vevőknél nem feltétlenül egyértelmű a kapcsolat a műholdgeometria és a helymeghatározás pontossága között, az időjárás is valamelyest hatással van a végeredményre. Továbbá a GPS-es rádióhullámokra komoly hatást gyakorol-

ló ionoszféra állapota is hozzájárul ahhoz, hogy a mérés pontossága bizonyos határokon belül véletlenszerűnek tűnik. Ez utóbbi kiküszöbölésére már a navigációs osztályú GPS vevők is rendelkeznek SBAS (Satellite Based Augmentation System), tehát műhold alapú korrekciós rendszerrel (Európában ilyen az EGNOS, Amerikában pedig a WAAS), ám mivel Közép-Európában nagyon ritka a földi állomások hálózata (a legközelebbi Lengyelországban és Bulgáriában található), így ezek használata Magyarországon nem nyújt feltétlenül érezhető előnyt.

A mérések implicit módon igazolták a bevezetésben tett kijelentést, miszerint a mai készülékek hardveres és szoftveres fejlettségének köszönhetően sokkal pontosabb és megbízhatóbb mérés lehetséges a korábbi generációkhoz képest. A vizsgált mintaterületen a régebbi vevőkkel a műholdgeometriától függően a helymeghatározás eredményessége is kérdéses volt, a modern eszközöknél ez a probléma nem jelentkezik, sőt a vételi körülményekhez képest jó pontosságot biztosítanak.

A méréstervezésnek azonban van létjogosultsága, hiszen a természetes és épített környezetben is fellelhető, erősen árnyékolt területeken nagyobb különbség is előfordulhat a DOP szélsőértékek között, aminek már szükség-szerűen hatása van a mérés pontosságára.

Irodalom

- LANGLEY R.B. (1999): Dilution of Precision, *GPS World*, 10 (5) pp. 52-59.
- MENG X.–ROBERTS G. W.–DODSON A. H.–COSSER E.–BARNES J.–RIZOS C. (2004): Impact of GPS satellite and pseudolite geometry on structural deformation monitoring: analytical and empirical studies. *Journal of Geodesy* 77 pp. 809-822
- PÁZMÁNYI S.–DOBOS A.–PAJNA S. (2004): A GPS-es helymeghatározás pontossági kérdései és alkalmazási lehetőségei a mezőgazdaságban. *Acta Agraria Debreceniensis* 13 pp. 157-160.
- RANSOM M.D.–RHYNOLD J.–BETTINGER P. (2010): Performance of Mapping-Grade GPS Receivers in *Southern Forest Conditions*. *RURALS: Review of Undergraduate Research in Agricultural and Life Sciences* 5 (1) pp. 1-12.
- RÁBAY A. (2011): 1:10000 scale mapping with GPS and free GIS tools - comparison with topographic map. *Acta Geographica Debrecina Landscape and Environment* 5 (1) pp. 12-21.
- SANTERRE R. (1991): Impact of GPS satellite sky distribution. *Manuscripta Geodaetica* 16. pp. 28-53.
- TAKÁCS B. (2002): Kinematikus GPS-mérések tapasztalatai. *Geodézia és Kartográfia* 54 (5) pp. 22-25.
- WING M.G.–EKLUND A. (2007): Performance Comparison of a Low-Cost Mapping Grade Global Positioning Systems (GPS) Receiver and Consumer Grade GPS Receiver under Dense Forest Canopy. *Journal of Forestry* 105 (1) pp. 9-14.

Mezőgazdasági erőgépek automatikus kormányzásának pontossági vizsgálata

Riczu Péter¹ – Mesterházi Péter Ákos² – Fórián Tünde³ – Fehér Gábor⁴ –
Bíró János⁵ – Tamás János⁶

¹Ph.D hallgató, Debreceni Egyetem, AGTC MÉK, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet,
riczu@agr.unideb.hu;

²c. egyetemi docens, Nyugat-Magyarországi Egyetem, MÉK, Biológiai Rendszerek Műszaki Intézete,
mesterhazi@ikr.hu;

³Tanszéki mérnök, Debreceni Egyetem, AGTC MÉK, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet,
forian@agr.unideb.hu

⁴Ph.D hallgató, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék, gabor.fehér@mht.bme.hu;

⁵GPS termékek műszaki menedzsere, IKR Zrt., biroj@ikr.hu;

⁶egyetemi tanár, Debreceni Egyetem, AGTC MÉK, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet,
tamas@agr.unideb.hu

Abstract: GPS positioning is the foundation of the precision farming or rather site-specific plant production technology. Positioning accuracy plays a key function both from technical and economic aspects. The authors investigated the effect of GPS accuracy upgrade on positioning accuracy in practice. For this purpose, the steering accuracy of a Trimble Autopilot hydraulic robot pilot system (controlled by a Trimble FmX display) installed in a New Holland T 6030 tractor was investigated. Test runs were done in a real field in the four cardinal directions. Test runs were done without correction, or rather using EGNOS, OmniStar VBS, OmniStar HP, and RTK corrections both from own base and GNSS network. The average steering error (offline distance) was defined in case of each run and the accuracies of steering using different corrections were compared. The effect of driving direction on accuracy with regard to the given correction signals was analysed as well.

Bevezetés

A precíziós (vagy más néven helyspecifikus) gazdálkodás egyre elterjedtebbé válik Közép- és Kelet-Európában, ugyanakkor az utóbbi években Nyugat-Ázsiában és Dél-Afrikában is megjelent. Ennek a széles körű elterjedésnek az elsődleges oka az egyes mezőgazdasági műveletek hatékonyságának, és a termés minőségének a növekedése. A gazdasági előnyök mellett a pontosan szabályozott, precíziós vegyszerhasználat és az üzemanyag-megtakarítás pozitív hatást gyakorol környezetünkre, csökkenti annak terhelését.

BLACKMORE S. (1999) szerint a precíziós mezőgazdaság nem csak egy technológia, sokkal inkább egy menedzsment folyamat része. Több példát említ, miszerint a precíziós mezőgazdaság megvalósításához nincs szükség új technikák, vagy technológiai elemek beszerzéséhez. Azonban az intenzív szántóföldi gazdálkodás alapját a high-tech berendezések jelentik, melyek jelentős beruházás igényelnek. Hasonló véleményt formált NEMÉNYI M. et al, (1998) és GYÖRRFY B. (2000), akik szerint a precíziós gazdálkodás a mezőgazdasági gépek fejlesztését, vagy azok kiegészítését jelenti. A hely-

specifikus technológiák alapját a műholdas rendszer alapú helymeghatározás biztosítja. Mindig az adott mezőgazdasági művelet határozza meg a használt és alkalmazott GPS rendszerek pozicionálási pontosságát, ugyanakkor sok esetben a korrekciós jelek költségei az elsődleges korlátozó tényezők. Műtrágyázás vagy növényvédő szeres kezelés esetében elegendő egy 15–20 cm-es csatlakozási (pass-to-pass) pontosság, ugyanakkor sorba vetésnél, vagy kultivátorozásnál kb. 2,5 cm-es pontosság az elfogadható. A 15–20 cm-es csatlakozási pontosságról (EGNOS) 6–10 cm-re (OmniStar) történő fejlesztés kb. 1 500 euróba kerül, míg a 2,5 cm-es csatlakozási és visszatérési (year-to-year) pontosság (RTK korrekció) megközelítőleg 4 600 euró plusz költséget jelent. Tekintettel a költségekre, illetve az egyes szántóföldi műveletekhez szükséges pontosságra, felmerül a kérdés, hogy a fent említett helymeghatározási pontosság milyen mértékben realizálható az erögépek automatikus kormányzásának szintjén. A precíziós mezőgazdaságra való technológiai berendezkedés nagymértékben befolyásolja a termelés költségeit és profit alakulását (TAMÁS J. 2001), de ezen kívül alapvetően befolyásolja a jövedelemviszonyokat a megfelelő korrekciós tényező kiválasztása is.

A különböző GPS korrekciós jelek elérhetőségét és pontosságát már számos kutatás során vizsgálták (TAMÁS J.–LÉNÁRT Cs. 2003; TIBERIUS C.–VERBREE E. 2004; NOACK P. O.–MUHR T. 2008; EISSFELLER B. et al. 2011).

Tuchband T. (2008) a precíz abszolút helymeghatározás (precise point positioning – PPP) módszerének alkalmazásával elemezte az abszolút és relatív helymeghatározás pontosságát kód- és fázismérések használata során. További kísérleteket végzett a helymeghatározási hibák meghatározása céljából különböző tényezőket (ionoszféra, órahibák, pályamodellek) vizsgálva.

Ezek a vizsgálatok nagyon fontosak, hogy megismerjük a helymeghatározás pontosságát befolyásoló tényezőket, illetve megismerjük azok hatásának mértékét. Azonban a mezőgazdaságban használt GPS vevők működési módja a fentiekől nagymértékben eltér. BAIO F. H. R. (2012) összehasonlította a cukornád betakarító kombájn kézi és automatikus kormányzás navigációs pontosságát. Megállapította, hogy a kormányzás pontossága nőtt mind nappali, mind éjszakai használatnál, de a területteljesítményt illetően nem láttak növekedést. HUDSON G. et al. (2007) egy átfogó tanulmány keretében vizsgálta három különböző traktorvezetési metódus (habjelzés, LED-soros párhuzamvezető, dörzskerekes kormányzási rendszer) pontosságát (átlagos és RMS hiba, a hiba szórása). Méréseit két különböző haladási sebesség esetén (5,6 km/h és 11,5 km/h) végezte el. Az eredmények azt mutatták, hogy a habjelzéses módszer pontatlanabb volt a mási két módszerhez képest; továbbá megállapították, hogy az eltérő sebességgel történt mérés az átlagos és az RMS hiba tekintetében nem okozott szignifikáns eltérést. A szerzők eredménye alapján a nagyobb haladási sebesség megnövelte mindkét hiba értékét a habjelző és a dörzskerekes kormányzási rendszer esetében, míg a LED-soros

vezetés csökkentette a pontatlanságot. ADAMCHUK V. I. et al. (2008) kísérleteiben vizsgálták a GPS vevők pozicionálási pontosságát. A GPS vevők egy I-profilú vasgerendán futottak miközben folyamatosan rögzítették azok pozícióját, de mérték az automatikus kormányzási rendszer pontosságát szántóföldi kísérletekben is. Az általuk használt tesztjárműre vizuális szenzorokat és egy potenciométer alapú rendszert felszereltek fel. ABIDINE A. Z. et al. (2004) hasonló vizsgálatokat végzett, csak éppen gyakorlati megközelítésben. A szerzők egy osztott parcellás (split-plot) kísérletet állítottak be, melynek keretében RTK robotpilóta rendszerrel vezérelt traktort használtak. A kísérlet során értékelték a kormányzási pontosságot és mérték a traktor működése közbeni növényi károsodás mértékét. A szerzők eredménye bizonyította, hogy még 11 km/h sebesség mellett és egymástól 5 cm-re elhelyezkedő kultivátorlemezek esetében sem volt jelentős a növényi károsodás mértéke. SZLÁMA ZS. (2011) átfogó vizsgálatai során az RTK rendszerek elérhető pozicionálási pontosságát, valamint ezek mezőgazdasági alkalmazhatóságát mutatta be. Munkájában a John Deere magyarországi egybázisú RTK bázisállomás és átjátszó (repeater) hálózatához csatlakozva vizsgálta az elérhető helymeghatározási pontosságot, különböző távolságokból kapcsolódva. Ez az ún. RTK hálózat, valójában az RTK bázisállomások egyik csoportja, amely segítségével 2 cm pontos RTK korrekciós jel biztosítható a különböző precíziós mezőgazdasági alkalmazásokhoz. A bázisállomás távolságának és a pozicionálási pontosság összefüggésének elemzéséből kiderült, hogy a 2 cm-es pontosság csak abban az esetben volt biztosítható, ha a bázisállomás 5,61 km-nél nem volt távolabb. A mérés során több esetben természetes vagy mesterséges objektumok (pl. domborzat vagy épületek) kedvezőtlen hatásai is érvényesültek, ami a növelte a pontatlanságot. A kísérlet eredménye mezőgazdasági szempontból nagyon figyelemreméltó. Ugyanakkor meg kell említeni, hogy a méréseket álló helyzetben végezték, ami továbbra is különbözik a mezőgazdasági műveletekhez szükséges kinematikus helymeghatározástól.

Vizsgálataink célja nem az adott GPS vevő statikus vagy dinamikus pontosságának meghatározása volt. Elsődleges célunk a hidraulikus robotpilóta rendszerrel elérhető kormányzási pontosság vizsgálata volt valós szántóföldi (gyakorlati) körülmények között, különböző korrekciós jelek alkalmazásával.

Anyag és módszer

Kutatásunkban megvizsgáltuk a Trimble Autopilot hidraulikus robotpilóta rendszerrel felszerelt és Trimble FmX fedélzeti számítógép (FmX 1) által vezérelt New Holland T 6030 traktor kormányzási pontosságát. A 2008-ban gyártott traktor a kísérlet kezdetéig 2769 üzemórát dolgozott. A fedélzeti számítógép valamennyi funkcióját feloldottuk, így a vevőkészülék a külön-

böző korrekciós forrásokat, valamint a GLONASS műholdak jeleit is tudta venni. A traktorba egy másik FmX monitort (FmX 2) is elhelyeztünk, amely egy Ag252 külső GPS vevő segítségével rögzítette a pozicionálási információkat. A tesztsávok kb. 200 m hosszú egyenes szakaszok voltak, melyeket észak-dél, illetve kelet-nyugat irányban jelöltük ki. Az automatikus kormányzás pontosságát 10 ismétlésben végeztük el észak-dél, dél-észak, kelet-nyugat és nyugat-kelet irányokban. Az ismétléseket minden irányból elvégeztük, különböző GPS korrekciós jeleket használva, úgymint korrekció nélküli mérés (No CORR), EGNOS, OmniStar VBS, OmniStar HP, valamint saját bázisú RTK és GNSS hálózat esetén. A bázisállomás (Trimble AgGPS 450 RTK bázisállomás beépített rádióval), valamint a teszterület tulajdonosa az adonyi Helianthus Növénytermelő, Szolgáltató és Kereskedelmi Kft., amely kb. 60 km-re fekszik Budapesttől délre. A bázisállomást 20-23 m magasságba telepítették fel egy silótorony tetejére, melynek rádiója 450 MHz-en, 12,5 kHz-es csatorna kiosztással és 2 W kimeneti teljesítménnyel üzemelt. A mérést az RTK bázisállomástól kb. 600 m-re végeztük el. A vizsgált terület GPS koordinátái a következők voltak: N 47.103214; E 18.86393. A bázisállomás nem volt képes fogni a GLONASS műholdak jeleit. A GNSS RTK hálózat használatakor a korrekció a hálózat budai bázisállomásáról érkeztek, egy Trimble AG3000 GPRS modem és Telenor SIM kártya segítségével. A teszterület lejtő- és növényzetmentes volt, sem természetes, sem mesterséges objektum nem befolyásolta a GPS jeleket. Mivel a talaj nem frissen volt művelve természetesen tömörödött állapotú volt, így a traktor kerekei mintegy 5–6 cm mélységig süllyedtek a talajba. A rögök átlagos mérete 5-15 cm volt. A traktor 9. sebességfokozatban az 1520 motorfordulat/perc mellett, átlagosan 6,4 km/h sebességgel haladt. Az FmX 1 fedélzeti számítógép vezérelte az automatikus kormányzási rendszert és egy ún. „Track 3D” fájlban gyűjtötte a mérés adatait, többek közt az aktuális pozíciót, a mérési pontok dátumát és pontos idejét, a HDOP értéket, a magassági, valamint az „Offline distance” értékeket, ami az aktuális AB-vonaltól való eltérését fejezi ki centiméterben. Ugyanezen adatok kerültek rögzítésre állandó saját bázisú RTK jel vétellel a másik fedélzeti számítógép (FmX 2) által. Ennek a dupla mérésnek a célja az volt, hogy csökkentjük a GPS jelek pontatlanságából eredő mérési hibákat. Ugyanazt a korrekciót használva robotpilóta vezérlésre és adatrögzítésre, a kevésbé pontos korrekcióból adódó helymeghatározási hiba terhelné mindkét folyamatot, és így a kormányzás és helymeghatározás hibája nem lenne elkülöníthető. Különösen, hogy a különböző pontosságú GPS korrekciók különböző mértékben befolyásolnák a méréseket. Mivel az adatrögzítés azonos jel – és feltételezhetően a legpontosabb RTK jel – használatával történt, ennek hatása az egyes mérések során azonosnak tekinthető.

A robotpilóta a gyári előírásoknak megfelelően lett bekalibrálva. Az adatgyűjtést akkor kezdtük el, amikor a traktor kormányhidraulika olaj hőmérséklete elérte az üzemi hőfokot, valamint az adott korrekciós jelek teljes mértékben konvergáltak. A konvergencia állapotát a Trimble AgRemote alkalmazáson követtük nyomon. A mérésekre 2011. augusztus 11–17-e között került sor.

A mérés során az adatok feldolgozását ArcGIS 10 és Microsoft Excel 2010 alkalmazással végeztük el. A feldolgozás során WGS 84 alapfelületű földrajzi (geographical) koordináta rendszerben dolgoztunk. A mérések közötti eltérés értékét, így decimális fokokban lehet csak meghatározni. A decimális fok formátumának méter mértékegységűvé való átalakításához az ArcGIS 10-ben a Spatial Analyst → Distance operator Raster műveletet használtuk. A térképi feldolgozásnál mm pontosságra törekedtünk, így ennek megfelelően határoztuk meg 0,0000001 decimális fokban a felbontást, ami az így kapott raster egy pixelére vonatkoztatva 0,0008 m-t jelentett. A táblázatkezelőben végeztük el az átlag és a szórás számítását, valamint vizualizációs céllal a grafikonok elkészítését.

Eredmények

Kutatásunkban azt vizsgáltuk, hogy az automatikus kormányzási rendszer milyen pontosan tartja az általunk kijelölt A–B vonalat a 10 ismétlés során. A mérésorozatot 4 irányban (észak–dél, dél–észak, kelet–nyugat, nyugat–kelet) és hat korrekció típus esetén végeztük el, vizsgálva a vonalvezetés pontosságát a különböző irányokban.

A FmX monitor által gyűjtött adatokat feldolgozásának első lépése, azok szeparálása, így láthatóvá váltak a különböző fordulók az egyes ismétlésekben. Majd egy eloszlásdiagram alapján referenciaként kiválasztottuk az ismétlések tekintetében a legkisebb szórást mutató GNSS korrekciót. Így, a továbbiakban a GNSS mérések középvonalához viszonyítva határoztuk meg a többi korrekció eltérését az egyes irányokban ArcGIS 10 szoftverkörnyezetben. A mérések szórásai mutatták, hogy a legpontosabbnak a GNSS, valamint a saját bázisú RTK értékek bizonyultak.

További vizsgálatokat végeztünk a mérés pontosságának megállapítására. Az FmX monitor által gyűjtött „Offline distance” értékek az aktuális A–B vonal pillanatnyi hibáit adták meg. Az egyes korrekciók Offline értékeinek szórása mutatja, a traktor A–B vonalon történő navigálását. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a saját bázisállomás, a GNSS hálózati és az XP-HP korrekció esetében, K–NY és a NY–K irányban a szórás értékek alacsonyabbak voltak, mint D–É és É–D irányokba, míg a korrekció nélküli mérés (No CORR) esetében ez épp fordítva alakult (*1. táblázat*). Az OmniStar VBS

esetében a K–NY irányú mérések szórása volt a legkisebb, míg az EGNOS korrekciónál K–NY irányba mértük a legnagyobb átlagos eltérési értékeket.

1. táblázat Az ismétlések „Offline distance” értékeinek szórása az egyes korrekciók esetén

Korrekciós jel	Haladási irány			
	Kelet–Nyugat	Nyugat–Kelet	Észak–Dél	Dél–Észak
GNSS	4,088	5,240	9,560	9,458
RTK	5,804	5,128	8,697	10,672
XP-HP	7,671	6,838	7,951	8,673
EGNOS	17,123	11,387	10,788	16,072
VBS	9,269	13,667	9,236	15,899
No CORR	53,687	44,805	18,953	27,847

A két mérés pixel szintű egyeztetése során a GNSS ismétléseiből kalkulált egyenestől mért távolságok és az FmX által mért (Offline distance) távolságok közt kapcsolatot nem tudtunk kimutatni. Ugyanakkor az Offline distance és a GNSS mérések szórása hasonló képet mutatott, bár az É–D és D–É irányban a mérések nagyobb eltéréseket mutattak a K–NY, valamint NY–K irányokhoz képest.

Továbbá tizedmilliméteres osztályközöket képezve meghatároztuk, hogy hány mérési tartományba esnek a GPS mérések, bizonyítva ezzel az egyre pontosabb jel általi hatékonyabb sorvezetést. Megállapítható, hogy minél pontosabb volt a korrekciós jel, annál kevesebb osztályközben találhatunk mért „Offline distance” értéket (1. ábra).

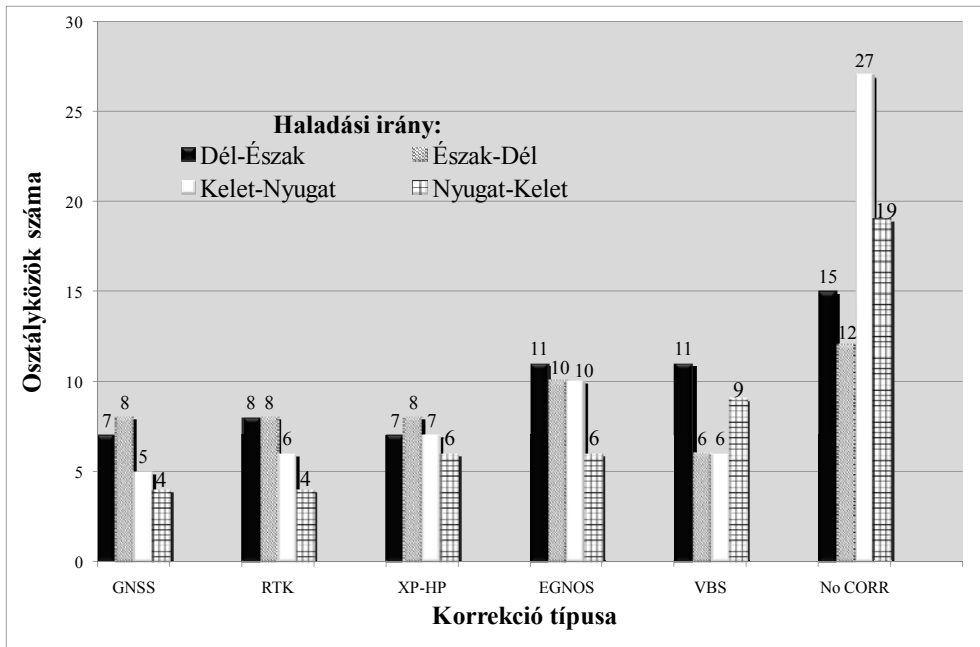
Következtetések

Vizsgálati eredményeink igazolják, hogy a különböző GPS jel korrekció nagymértékben befolyásolja az automatikus vezérlés pontosságát. Figyelemreméltó, hogy a GNSS RTK korrekció teljesítménye felülmúlta a saját bázisú RTK jelét, ami leginkább annak a ténynek köszönhető, hogy a GNSS RTK egy sokkal kifinomultabb és pontosabb technológia, szemben a saját bázisú RTK-val. Figyelemre méltó, hogy az OmniStar XP-HP jelek teljesítménye megközelítette a saját bázisú RTK-ét. Továbbá, az OmniStar VBS „Offline distance” értékei pontosabb eredményt hoztak valamennyi haladási irány tekintetében az EGNOS korrekcióhoz viszonyítva.

Az egyes mezőgazdasági műveleteknek eltérő a precíziós igénye. Míg a műtrágyázásnál deciméteres, addig a vetésnél cm-es pontosság a megengedhető. A megfelelő korrekciós forrás kiválasztása és az adott munkaművelethez való igazítása tehát elengedhetetlen feltétele a precíziós mezőgazdasá-

gi gyakorlatnak. A nem megfelelő korrekció használta felesleges költségeket róhat a gazdára, és akár a növénytermesztés jövedelmezőségének csökkenését is okozhatja.

További kutatásokat kívánunk folytatni annak érdekében, hogy a kapott eredmények alapján, ökonómiai szinten is megbizonyosodjunk a különböző korrekciók árainak és megtérüléseinek hatékonyságáról.



1. ábra Az osztályközök száma a különböző korrekciós források esetében

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki a Helianthus Kft-nek, akik az erőgépek és a teszt területet biztosították, az OmniStar-nak a VBS és HP korrekciós jelek biztosításáért, valamint a Geotrade Kft-nek a GNSS RTK korrekciós jel biztosításáért.

Irodalom

- ABIDINE, A.Z.–B.C. HEIDMAN–S.K. UPADHYAYA– D.J. HILLS (2004): Autoguidance system operated at high speed causes almost no tomato damage. *California Agriculture*. 58 (1): 44-47.
- ADAMCHUK, V.I.–T.S. STOMBAUGH–R.R. PRICE (2008): GNSS-based auto-guidance in agriculture. *Site-Specific Management Guidelines SSMG-46*. International Plant Nutrition Institute. Norcross, Georgia. 08/08.

- BAIO, F.H.R.* (2012): Evaluation of an auto-guidance system operating on a sugar cane harvester. *Precision Agriculture*. 13 (1): 141-147.
- BLACKMORE, S.* (1999): Developing the principles of precision farming. In: *Proceedings of Agrotech 99*. Barretos Institute of Technology. Barretos, Brazil. pp. 133-250.
- EISSFELLER, B.–D. DÖTTERBÖCK– S. JUNKER–C.STÖBER* (2011): Online GNSS data processing – status and future development. 53rd Photogrammetric Week. Stuttgart, Germany.
- GYÖRFFY B.* (2000): A biogazdálkodástól a precíziós mezőgazdaságig. *Agrofórum*. 11 (2): 1-4.
- HUDSON, G.–R. SHOFNER–G. WARDLOW–D. JOHNSON* (2007): Evaluation of three tractor-guidance methods for parallel swathing at two field speeds. *The Student Journal of the Dale Bumpers College of Agricultural, Food and Life Sciences Discovery*. 8: 61-66.
- NEMÉNYI M.–Zs. PECZE–F. PETRÓCZKI* (1998): Agrárműszaki feladatok a térinformatikai adatbázis felvételénél illetve annak bővítésénél. VII Térinformatika a felsőoktatásban szimpózium előadások összefoglalói. Budapest. pp. 94-98.
- NOACK, P.O.–T. Muhr* (2008): Integrated controls for agricultural applications – GNSS enabling a new level in precision farming. In: 1st International Conference on Machine Control & Guidance. Zurich. 24-26. June 2008. pp. 1-8.
- SZLÁMA Zs.* (2011): RTK műholdas irányítórendszer pontosságának elemzése, a pontosság változása a környezeti hatások és jelisméltő alkalmazásának függvényében. Diplomadolgozat. pp. 63.
- TAMÁS J.* (2001): Precíziós mezőgazdaság. *Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó*, Budapest. pp. 144.
- TAMÁS J.–LÉNÁRT Cs.* (2003): Terepi térinformatika és a GPS gyakorlati alkalmazása. *DE-ATC*, Debrecen. pp. 199.
- TIBERIUS, C.–E. VERBREE* (2004): GNSS positioning accuracy and availability within Location Based Services: The advantages of combined GPS-Galileo positioning. In: 2nd ESA Workshop on Satellite Navigation User Equipment Technologies, NAVITEC '2004. ESTEC Noordwijk. pp. 1-12.
- TUCHBAND T.* (2008): Nagy pontosságú abszolút GPS helymeghatározási technika pontossági vizsgálata. In: *Doktori kutatások a BME Építőmérnöki Karán*. pp. 12.

A nehézfém-tartalom és a területhasználat kapcsolatának vizsgálata Vásárosnamény talajaiban¹²

Sándor Gábor¹ – Szabó György²

¹ geográfus MSc-s hallgató, Debreceni Egyetem, e-mail: sanyigabi7@gmail.com, lakcím: 4562 Vaja, Vay Ádám u. 11/3.

² egyetemi docens, Debreceni Egyetem, e-mail: szabo.gyorgy@science.unideb.hu, lakcím: 4032 Debrecen, Sántha Kálmán u. 9. 4/8.

Abstract: In our study we investigated the heavy metal content of soils near Vásárosnamény. The main question was there were any relationship between the heavy metal content and the type of the land use. We determined that the heavy metal content depended on not primarily the land use structure, but mainly on the grain size composition and the humus content of the soil. The land use had real effect only on the copper content, and it likely influenced the pH level of the soil.

Bevezetés

A települési környezet hatékony védelmének egyik alapvető feltétele a környezet állapotának minél alaposabb felmérése. Ennek során a talajok vizsgálatára is szükség van, fel kell tárnunk az alapvető talajtani tulajdonságok (kémhatás, szemcseösszetétel, humusz- és CaCO₃-tartalom) mellett a talajban előforduló szennyeződések is. A városi talajokat nagyon sokféle szennyezőanyag veszélyezteti, melyek közül az egyik legveszélyesebb csoportot a toxikus nehézfémek alkotják. A nehézfémek számos szennyező forrásból származhatnak, a városokban leggyakrabban a közlekedés és az ipari létesítmények a fő kibocsátók, de a kertvárosi övezetekben a konyhakertekben alkalmazott kemikáliák is hozzájárulhatnak egyes nehézfémek feldúsulásához. Több korábbi kutatás is (SZEGEDI S. 1999; SZABÓ GY. 2003; SZALAI Z.–NÉMETH T. 2008; FARSANG A.–PUSKÁS I., 2009; SZABÓ SZ. et al. 2010) arra az eredményre jutott, hogy a talajok nehézfém-tartalmának alakulása jelentős mértékben függ a területhasználat módjától.

Tanulmányunkban azt vizsgáljuk, hogy Vásárosnamény talajaiban kimutatható-e a talajok nehézfém-tartalma és a területhasználat módja között valamilyen kapcsolat.

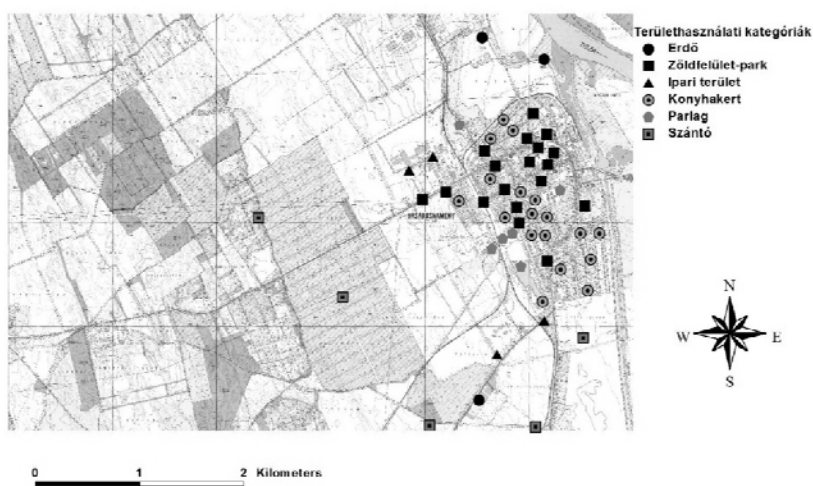
Anyag és módszer

A mintaterületről 2011 júliusában összesen 54 db felszíni (0–20 cm) mintát gyűjtöttünk be, melyek közül 46 a város belterületéről, 8 kontrol minta pedig a külterületről származott. A mintavétel során törekedtünk arra, hogy a mintavételi pontok egyenletesen fedjék le a várost, s arra is figyeltünk, hogy az

¹² A tanulmány megírását a TÁMOP-4.2.2/B-10/-1-2010-0024. (A Debreceni Egyetem tudományos képzési műhelyeinek támogatása) pályázat támogatta

egyres területhasználati típusokból származó minták száma arányos legyen az adott típus területi részarányával. A következő területhasználati kategóriákat különítettük el: konyhakert, zöldfelület-park, parlag, ipari terület, szántó és erdő (1. ábra).

Vásárosnamény



1. ábra. A mintavételi pontok elhelyezkedése területhasználati típusok szerint

A minták vizsgálatát a Debreceni Egyetem Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszékének talajtani laboratóriumában végeztük el. A begyűjtött talajmintákat 40°C-on kiszárítottuk, majd elporítottuk. A nehézfém tartalom meghatározása céljából 2 g talajmintához 5 ml tömény salétromsavat és 2 ml hidrogén-peroxidot adtunk, majd 130°C-on, másfél órán keresztül végeztük a roncsolást. A minták Zn-, Cu-, Mn-, Co-, és Ni-tartalmának meghatározását Perkin Elmer 3110-es atomabszorpciós spektrométerrel végeztük.

A talaj szemcseösszetételét a 0,2 mm-nél durvább frakció esetében szitálással, a 0,2 mm alatti frakció esetében pedig iszapolással határoztuk meg. A minták pH-ját elektromos pH-mérővel mértük, 1:2,5 arányú, vizes szuszpenzióban. A talaj CaCO₃-tartalmát Scheibler-féle kalciméterrel, a szervesanyag-tartalmát Tyurin módszere szerint határoztuk meg. A talaj humuszanyagainak stabilitását Hargitai módszere alapján 1 %-os NaF és 0,5%-os NaOH oldatnak az 533 nm-nél mért fényelnyeléséből számítottuk ki.

A korrelációs számításokat az SPSS for Windows Release 8.0 szoftver segítségével végeztük el. A térképeket az ArcView GIS 3.2 program segítségével szerkesztettük.

A mintaterület jellemzése

Vásárosnamény a Felső-Tisza-vidék és a Nyírség határán fekvő, csaknem 9 ezer fős település. Az eltérő táji adottságok a talajtani viszonyokra is hatással vannak, hiszen az alacsonyban fekvő, Tisza menti ártereken elsősorban öntés-, és réti talajokat találunk, a magasabban fekvő, nyírségi futóhomokos területeken pedig döntően futóhomok váztalajok, és humuszos homoktalajok borítják a felszínt. Az éghajlati adottságok is hatással vannak a talajképződésre és a talajban lejátszódó folyamatokra. A januári középhőmérséklet -3°C , a júliusi 20°C . Az éves csapadékmennyiség 600–700 mm között változik, ami már elegendő a kilúgzási folyamatok beindulásához. A talajvíz átlagos mélysége mindössze 2–4 m között változik, így a magas talajvízállású területek fokozott vízhatásnak vannak kitéve (MARTONNÉ, E. K. 2008; SZABÓ SZ. et al. 2008).

A városban feldolgozó- és könnyűipari üzemek működnek, melyek közül a fém- és vasipari termékek előállításával foglalkozó NAFÉM Kft az egyetlen, ami a talajok nehézfém-tartalmára jelentősebb hatással lehet (SZABÓNÉ 2011). A városon áthaladó 41. számú főúton naponta több mint tízezer gépjármű halad át, így a közlekedési eredetű szennyezések is hozzájárulhatnak a talajok terheléséhez. A település alapvetően kertvárosi jellegű, így a családi házakhoz kapcsolódó konyhakertekben felhasznált kemikáliák ugyancsak szerepet játszanak a talajok nehézfém-terhelésében.

Eredmények

A megvizsgált talajtulajdonságok területhasználati módok szerinti értékelésénél egyértelmű különbségeket mutattunk ki a kémhatás, a humusztartalom és a szecseösszetétel tekintetében. Az említett paraméterek fontos szerepet játszanak a talaj nehézfém-tartalmának alakulásában. A finomabb szecsefrakciók (iszap, agyag), valamint a talaj humusztartalma jelentős kation megkötő képességgel rendelkeznek, a talaj kémhatása pedig a nehézfémek oldhatósági viszonyit befolyásolja. Az általunk vizsgált fémek mobilizációja a pH csökkenésével nő (FILEP GY. 1999; SZABÓ GY. 2003; GOSZTONYI GY. 2009).

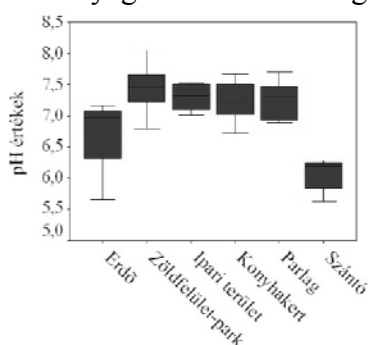
pH

A begyűjtött minták kémhatása általában a semleges és az enyhén lúgos tartományban változott, kivételt a szántóföldekről származó minták jelentettek, melyek az enyhén savas pH tartományba sorolhatók (2. ábra). Az alacsonyabb pH az intenzív mezőgazdasági területeken használt műtrágyák talajsavanyító hatásával magyarázható, tehát feltehetően antropogén hatás következménye. A semleges és enyhén lúgos kémhatású területeken a nehézfémek savas hatásra történő mobilizációjával nem kell számolnunk. Valószínű-

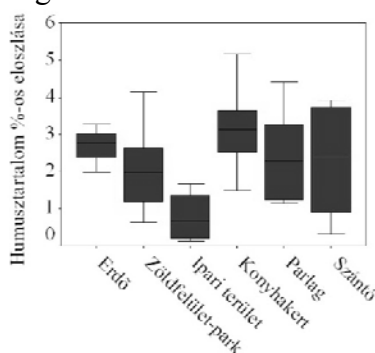
leg ezzel magyarázható az is, hogy a korrelációs számítás során a talaj kémhatása és nehézfém-tartalma között nem sikerült egyértelmű összefüggést kimutatni.

Szervesanyag-tartalom

A vizsgált területhasználati kategóriákban a talaj átlagos szervesanyag-tartalma általában 2-3% között alakult, az ipari területeken azonban az 1%-ot sem érte el (3. ábra). Az alacsony értékek hátterében az állhat, hogy az üzemekhez tartozó zöldfelületeken rendszeres kaszálást, gyomtalanítást végeznek, melynek során az elhalt növényi részeket elszállítják, tehát nem gondoskodnak a szerves anyagok visszajuttatásáról. Hosszabb távon ez a talaj humuszban való elszegényedéséhez vezet. A korrelációs vizsgálat szerint a humusztartalom valamennyi általunk vizsgált fémmel erős, szignifikáns ($p < 0,001$) pozitív korrelációs kapcsolatban áll, ami jól mutatja a humuszanyagok nehézfém-megkötő képességét.



2. ábra A vásárosnaményi talajok kémhatásának alakulása területhasználat szerint



3. ábra A vásárosnaményi talajok szervesanyag-tartalmának alakulása területhasználat szerint

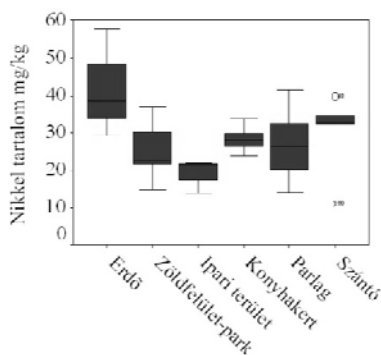
Szemcseösszetétel

A szemcseösszetétel alapján megállapítottuk, hogy a vásárosnaményi talajok fizikai talajfélesége homokos vályog (STEFANOVITS P. et al. 1999). Minden begyűjtött mintában a homokfrakció túlsúlya volt jellemző. A jobb adszorpciós sajátságokkal bíró iszap- és agyagfrakciók részaránya valamennyi területhasználati kategóriában lényegesen kisebb volt, s ez jelentős mértékben korlátozza a talajok nehézfém-megkötő képességét. Az erdő- és szántóterületeken még viszonylag magas, 40% fölött volt az iszap- és az agyagfrakció együttes aránya, s a parkokban, a konyhakertekben és a parlagterületeken is jóval 20% fölötti volt az arány, azonban az ipari területeken a 10%-ot

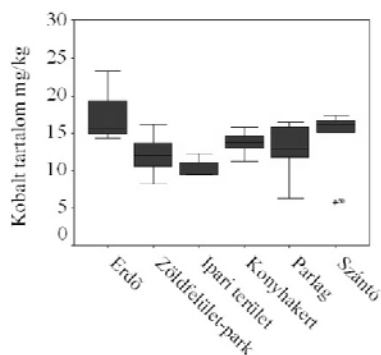
is alig haladta meg, tehát egyértelműen itt találhatók a legkisebb adszorpciós kapacitással rendelkező talajok.

Nehézfémek

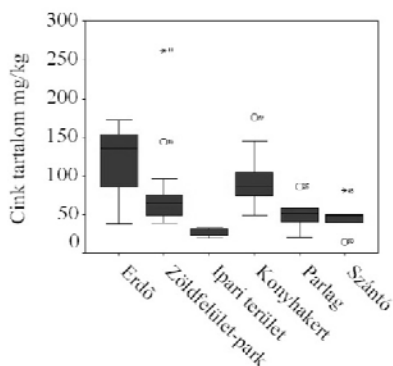
A vásárosnaményi talajok nehézfém tartalmával kapcsolatban azt feltételeztük, hogy komolyabb szennyező forrás hiányában nem lesz magas a talajok nehézfém tartalma, egyedül az ipari területek, különösen a fémfeldolgozó üzem közelében számítottunk némi feldúsulásra. A mérési eredmények azonban ennek az ellenkezőjét mutatták, ugyanis minden vizsgált nehézfém esetében az ipari területekről származó mintáknak volt a legalacsonyabb az átlagos nehézfém tartalma (4–7. ábra). Ez a talajok nehézfém-megkötő képességére vezethető vissza.



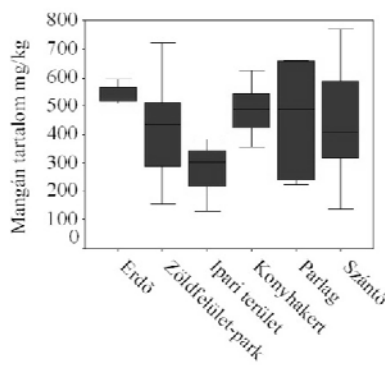
4. ábra A vásárosnaményi talajok nikkeltartalmának alakulása területhasználat szerint



5. ábra. A vásárosnaményi talajok kobalttartalmának alakulása területhasználat szerint



6. ábra. A vásárosnaményi talajok cinktartalmának alakulása területhasználat szerint



7. ábra. A vásárosnaményi talajok mangántartalmának alakulása területhasználat szerint

A fentiekben kifejtettük, hogy az ipari területek taljai rendelkeznek a leggyengébb adszorpciós kapacitással a szemcseösszetétel és a humusz tartá-

lom vonatkozásában is, ami megmagyarázza az alacsony nehézfém tartalmakat. Emellett feltehetően az ipari létesítményekből sem kerül ki számottevő fémszennyezés az általunk vizsgált fémek közül.

A szemcseösszetételnek a talaj nehézfém tartalmára gyakorolt hatását a korrelációs vizsgálatok is egyértelműen alátámasztották. A homokfrakció aránya és a vizsgált nehézfémek koncentrációja között a réz kivételével rendre szignifikáns negatív korrelációs kapcsolatot mutattunk ki, ugyanakkor az iszap- és az agyagfrakció aránya a réz kivételével szignifikáns pozitív korrelációs kapcsolatban áll a vizsgált nehézfémek mennyiségével. A legszorosabb kapcsolatot a nikkelt és a kobaltot mutatta az egyes szemcsefrakciókkal (*1. táblázat*).

1. táblázat Korrelációs együtthatók a szemcsefrakciók és a talaj nehézfém tartalma között

Szemcsefrakció\Fém	Cu	Ni	Co	Zn	Mn
Homok	0,05	-0,5**	-0,66**	-0,31*	-0,39**
Iszap	0,09	0,57**	0,71**	0,31*	0,55**
Agyag	0,03	0,53**	0,64**	0,16	0,2*

(** $p < 0,01$; * $p < 0,05$)

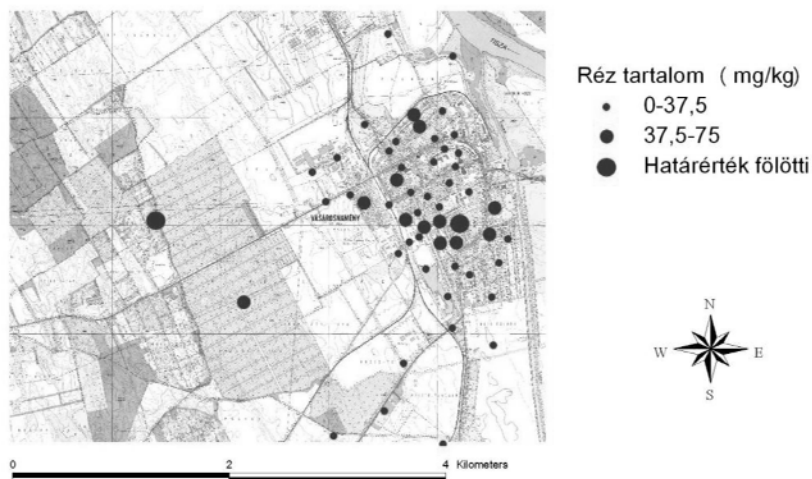
Az erdőterületekről származó mintákban volt a legmagasabb az agyag- és az iszapfrakció aránya, emellett viszonylag magas volt az innen származó minták humusztartalma is, ami a korrelációs vizsgálatok alapján magyarázatul szolgál arra, hogy miért itt mértük rendre a legmagasabb fém tartalmakat (*4–7. ábra*). Ez alól egyedül a réz jelentett kivételt, mely a konyhakertekben és a szántókon érte el a legmagasabb átlagértékeket (45,54 mg/kg és 41,83 mg/kg). Esetükben néhány minta réztartalma a 6/2009-es (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendeletben megadott (B) határértéket is meghaladta (*8. ábra*).

A területhasználati kategóriába sorolás alapján figyelembe vettük, hogy csak ezeken a területeken folyik növénytermesztés. A szántóföldeken az intenzív mezőgazdasági művelés megköveteli a különböző műtrágyák és növényvédő szerek alkalmazását. A kertekben termesztett zöldségek és gyümölcsök sem mentesülnek használatuk alól. A különféle kemikáliák gyakran elemi rezet is tartalmaznak. Mivel a növénytermesztés és a növényvédő szerek használata erre a két területhasználati típusra koncentrálódik, feltételezhető, hogy a réztartalom alakulásában az antropogén hatás fontos szerepet játszik.

Összességében elmondható, hogy Vásárosnamény talajai nehézfémekkel mérsékelten szennyezettek, csupán néhány esetben (a réz és a nikkelt esetében két, a cink esetében pedig egy alkalommal) mértünk a 6/2009-es

együttes rendeletben meghatározott „B” határérték feletti nehézfém tartalmat, a mérések 98%-ában tehát határértéken belül volt a nehézfém tartalom.

Vásárosnamény



8. ábra. A réztartalom alakulása Vásárosnamény talajaiban

Következtetések

A vizsgálati eredmények alapján megállapítottuk, hogy a vásárosnaményi talajok nehézfém tartalma elsősorban nem a területhasználat módjától függ, hanem sokkal inkább a területhasználattól függetlenül meglévő tulajdonságokban mutatkozó különbségektől, ezeken belül is elsősorban a talaj szemcseösszetételének és humusztartalmának alakulásától. A területhasználat befolyásoló szerepét a vizsgált nehézfémek közül egyedül a réz esetében tudtuk kimutatni, emellett a talaj kémhatására gyakorolt szerepe is valószínűsíthető.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 pályázat támogatásával készült.

Irodalom

FARSANG A.–PUSKÁS I. (2009): A talajok sajátosságai a városi ökoszisztémában – Szeged talajainak átfogó elemzése. Földrajzi Közlemények 133:(4) pp. 397-409.

- FILEP GY.* (1999): Talajtani alapismeretek I – Általános talajtan, Debreceni Agrártudományi Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar, 214 p.
- FILEP GY.* (1999): Talajtani alapismeretek II – Talajrendszertan és alkalmazott talajtan, Debreceni Agrártudományi Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar, 183 p.
- FILEP GY.* (1999): A talaj szemcseösszetétele – in: A talaj fizikai tulajdonságai – szerk. Stefanovits P. – Talajtan, 472 p.
- FÜLEKY GY.* (1999): Mikorelemek a talajban – in: Növényi tápanyagok a talajban – szerk. Stefanovits P. – Talajtan, 472 p.
- GOSZTONYI GY.–BRAUN M.* (2009): Fémek mobilizációjának vizsgálata savas kioldással a Tisza hullámterén – in: Természetföldrajzi folyamatok és formák – szerk. Kiss T. Geográfus Doktoranduszok IX. Országos Konferenciájának Természetföldrajzos Tanulmányai Szeged, pp. 242-249.
- MARTONNÉ E. K.* (2008): Magyarország tájfeldrajza. Debrecen, Kossuth Egyetemi Kiadó, 192 p.
- SZABÓ GY.* (2000): Talajok és növények nehézfém tartalmának földrajzi vizsgálata egy bükkaljai mintaterületen – *Studia Geographica*, DE, Földrajzi Tanszékei, 142 p.
- SZABÓ GY.* (2003): A területhasználat és a talaj nehézfém tartalma közötti kapcsolat vizsgálata egy bükkaljai és egy felső hegyközi mintaterületen – *Környezetvédelmi mozaikok – Tiszteletkötet Dr. Kerényi Attila 60. születésnapjára*, DE, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, pp. 353-362.
- SZABÓ SZ.–GOSZTONYI GY.–PROKISCH J.* (2010): Measure of heavy metal load in the floodplain of River Tisza. in: Christofides G, Kantiranis N, Kostopoulos D S, Chatzipetros A A (szerk.) *Scientific Annals School of Geology Aristotle University of Thessaloniki*. Thessaloniki: Carpathian-Balkan Geological Association, pp. 133-139.
- SZABÓ SZ.–POSTA J.–GOSZTONYI GY.–MÉSZÁROS I.–PROKISCH J.* (2008): Heavy metal content of flood sediments and plants near the River Tisza. *Acta Geographica Debrecina Landscape and Environment* 2; pp. 120-131.
- SZABÓNÉ SZ. E.* (2011): Vásárosnamény város önkormányzatának környezetvédelmi programja 2011-2016, 50 p.
- SZALAI Z.–NÉMETH T.* (2008): Elemi táji mintázatok hatása talajkémiai paraméterekre. *Földrajzi Értesítő*, LVII. évf. 1–2. füzet, pp. 135–146.
- SZEGEDI S.* (1999): Debrecen nehézfém-szennyezettsége – *Magyar Tudomány* CVI/XLVI. k. 10. sz. pp. 1192-1200.

Internetes források

Magyar Közút Nonprofit Zrt.: forgalomszámlálási adatok:

http://internet.kozut.hu/szakmai/orszagos_kozutak_adatai/eredmenyek/Documents/A%20K%20C3%96Z%20C3%9ATI%20FORGALOM%20FIGYELEML%20K%20C3%8DS%20C3%89R%20C3%89SE%202010.pdf

6/2009. (IV. 4.) KvVM-EüVM-FVM együttes rendelet a földtani közeg és a felszín alatti vízszennyezéssel szembeni védelméhez szükséges határértékekről és a szennyezések méréséről. http://www.geolog.hu/uploads/docs/6_2009_kvvm.pdf

Felszín alatti áramvonalak megjelenítése, elemzése MATLAB környezetben fejlesztett alkalmazással

Sárközi Boglárka¹ – Barsi Árpád²

¹ PhD hallgató BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék, sarkozi.boglarka@fmt.bme.hu;
projektmérnök, Golder Associates (Magyarország) Zrt., bsarkozi@golder.hu

² egyetemi tanár, tanszékvezető BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék,
barasi.arpad@fmt.bme.hu

Abstract: The aim of the research was to develop an application for visualizing the streamlines served by the hydrogeologic modelling, furthermore is able to derive and show the protectable bodies and areas having importance in water basis protection. The spatial visualization of streamlines with segmenting by access time and depth together with three-dimensional surfaces as well as geoinformatical coverages has been solved. Our further goal is to derive the protective bodies and areas in mathematical software environment (Mathworks Matlab) jointly with GIS-layers, on a graphical user interface without having any intermediate software in order to spare time and costs. Further algorithms, functions were required to implement in the application.

Bevezetés

Hazánkban fokozottan előtérbe kerültek a víziközmű ellátás, és szolgáltatás kérdései az Európai Unióhoz történő csatlakozásunkkal.

Magyarországon a közüzemi ivóvízellátás elsősorban felszín alatti vízkészletekre, felszín alatti vízbázisokra alapul. A lakosság legnagyobb része talaj-, réteg-, karsztvízből eredő készleteket fogyaszt. Ezeknek a vízbázisoknak a jelentős része sérülékeny földtani környezetben található, amely azt jelenti, hogy azt a felszín alatti víztartó képződményt/réteget, amelyből a lakossághoz eljuttatott vizet kitermelik, nem fedi olyan, vizet át nem eresztő földtani képződmény, amely visszatartaná a terepfelszínről leszivárgó szennyezőanyagokat. Védelmi intézkedések nélkül elszennyeződhet ez a vízkészlet, még ha hosszú idő alatt is. A légkört és a felszínt szennyező emberi tevékenységek, kedvezőtlen hatások veszélyeztethetik a felszín alatti vízbázisokat is. Ilyen veszélyforrások lehetnek például a csatornázatlan területek, az illegális hulladéklerakók, ipari eredetű szennyezések vagy akár a túlzott műtrágyahasználat is.

Vízbázisvédelem során a szakemberek megállapítják a sérülékenységet (földtani szempontból sérülékeny területeket), feltárják az okokat, majd kijelölik azokat a helységeket, területeket, ahol a korlátozásokat be kell vezetni, továbbá azonosítják a veszélyforrásokat is. A sérülékeny földtani környezetben fekvő felszín alatti vizek vízminőségének megóvása érdekében meg kell ismerni a potenciális szennyező forrásokat és azok elhelyezkedését. Ha egy vízbázis területére vonatkozóan a szakemberek elvégzik a szükséges diagnosztikai vizsgálatokat, meghatározzák a vízbázis biztonságba helyezésének és tartásának a módjait, eszközeit. Ezeken a területeken a hatóság el-

rendeli a biztonságba helyezést. A védelmi információkat, korlátozásokat a földhivatali térképekre rávezetik, minden egyes érintett ingatlanra/telekre vonatkozóan.

Az üzemelő, sérülékeny és veszélyeztetett vízbázisok esetében olyan intézkedési tervek kidolgozása a cél, amelyek megvalósításával létrehozható a vízbázis biztonsága, s ezáltal az arra támaszkodó vízellátásé is. Létre kell hozni egy ún. monitoring rendszert. Ennek célja, hogy a működtetés során szerzett információk rendszeres értékelésével kapott eredmények alapján a vízbázis biztonságban tartható legyen. A törekvés az, hogy minden vízbázison a biztonság létrehozásához szükséges és elégséges intézkedések legyenek foganatosítva.

Közcélú vizilétesítmény létesítéséhez, üzemeltetéséhez, vagy ilyen célt szolgáló vízhasználathoz, valamint távlati ivóvízbázisok védelme érdekében védőidomot, védőterületet, védősávot kell kijelölni. A védelem a biztonsági intézkedések részleges vagy teljes körű végrehajtásával valósul meg. A védelem érdekében a felszín alatti vízbázis esetén a védőidomot és védőterületet belső, külső, hidrogeológiai védőövezetekre osztva kell meghatározni, kijelölni, kialakítani és fenntartani. A védőövezetek, egységes és kapcsolódó rendszert alkotnak a védelem céljával összefüggő és a terület használatával kapcsolatos korlátozások szempontjából. A felszín alatti vízbázisok védőövezeteinek rendeltetése:

- a belső védőidom, védőövezet esetén a vízkivételi mű, valamint a vízkészlet közvetlen védelme a szennyeződéstől és a megrongálódástól,
- a külső védőidom, védőövezet esetén a le nem bomló, továbbá a bakteriális és egyéb lebomló szennyeződések elleni védelem,
- a hidrogeológiai védőidom, védőövezet esetén a le nem bomló szennyeződésekkel szembeni védelem, amelyet vagy a vízkivétel teljes utánpótlódási területére (vízgyűjtőjére), vagy meghatározott részére kell kijelölni.

A felszín alatti vízbázis védőidomát, védőterületét az elérési idő alapján, állandó (permanens) vízmozgást feltételezve, a vízkivételi műtől kiindulva kell méretezni. A számítások során a felszín és a telített zóna felszíne közti szivárgási időt figyelmen kívül kell hagyni. A vízügyi hatóság engedélyezheti a felszín alatti vízbázis védőidomának és védőterületének meghatározását becsült adatokra alapozott hidraulikai számításokkal is.

Vízföldtani modellezés

Minden egyes kúthoz kiszámításra került a hozzá tartozó áramvonal-sereg, amely diszkrét pontok halmaza. A pontok x , y , z , t adatokkal jellem-

zettek, vagyis minden egyes pontnak ismerjük a koordinátáit a háromdimenziós térben, valamint azt az időt, amely alatt a vízrészecske az adott ponttól elérné a kutat. A számítás a gyakorlatban visszafelé történik, ami azt jelenti, hogy a kutakból indulnak ki az áramvonalak és haladnak időben visszafelé a földtani közegben. Az egyes áramvonalakat minden esetben a kútba beépített szűrő tetejéről és aljáról indítottuk 10 fokként, tehát egy adott szintről 36 darabot; helyenként a pontosabb modellezés érdekében az áramvonalakat besűrítettük. Egy kútból tehát legkevesebb 72 áramvonal indult. A vizsgálati területen az áramvonalrendszer kialakításához számos kút felhasználásra került, amelynek következtében nagy adatmennyiség keletkezett. A vízföldtani modellezés során a FEFLOW (DHI-WASY) programcsomagot használtuk.

A védőterületek meghatározása szempontjából talán a probléma egyik legegyszerűbb szemléltetése, hogy jelöljük ki azt a poligont, amelyen belülről valószínűsíthető, hogy valamilyen adott időnél rövidebb idő alatt éri el a kutat a vízrészecske. Ivóvízbázis-védelem diagnosztikai munkái során lehatárolásra kerül az 50 éves, az 5 éves, a 180 napos és a 20 napos védőterület (1. ábra). Az 50 éves védőterület lehatárolásakor azoknak a pontoknak a halmazát keressük, amelyeknél a felszínről indított áramvonalasreg 50 év alatt vagy ennél rövidebb idő alatt jut el a kúthoz. Az áramvonalak felszínnel való metszetének a pontjait határoljuk le poligonnal. Ugyanezen az elven történik a további védőterületek lehatárolása.

Egyes esetekben előfordulhat, hogy nem a felszínnel való metszéspontokat kell keresni, hanem a talajvízfelszín alatt adott távolságban fekvő felülettel való metszéspontok meghatározása a feladat. Esetenként az áramvonalaknak ezzel a felülettel való dőféspontja, illetve az ehhez a ponthoz tartozó elérési ideje adja a védőterület méretezésének alapját.

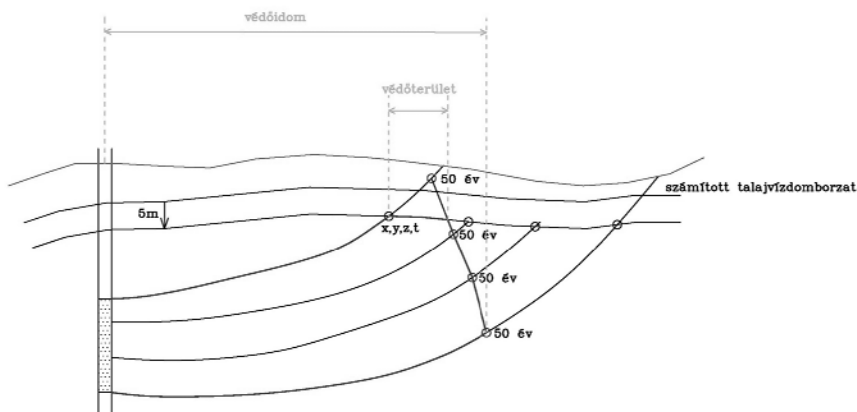
Az áramvonalasreg és a célfelület ilyen módon meghatározott metszésével egy ponthalmazt kaptunk. A védőidom és a védőterület értelmezéséhez egy szemléltető ábrát készítettünk az 50 éves elérési időre vonatkozóan (1. ábra).

Az így meghatározott pontokra időfelületet feszíthetünk, amely segítségével meghatározhatjuk az 50 éves és az 5 éves ún. izokrónokat, amelyek gyakorlatilag a lehatárolt védőterületeket reprezentálják. Térképeinken ezeket az ingatlanhatárhoz nem igazított védőterületeket nevezzük 50 éves, illetve 5 éves felszíni utánpótlódási területnek.

A szakirodalomban és a gyakorlatban használt háromdimenziós numerikus szivárgáshidraulikai és transzport modellező szoftverek által számított sebességtér térbeli megjelenítése és különböző fedvények kialakítása a modellező szoftverek utófeldolgozást támogató grafikus programjai segítségével készíthetők el. Ilyen gyakran használt modellező szoftverek többek között:

- Visual MODFLOW (Schlumberger Water Services),

- FEFLOW (DHI-WASY).



1. ábra Az 50 éves védőidom és védőterület szemléltető ábrája a kutakat elérő áramvonalakkal

Ezeket a grafikus interfész felületeket általában a szoftverbe integrálták, így a sebességtér modellezett adatait és a térbeli megjelenítést, fedvények készítését nem lehet elválasztani a jellemzően drága és körülményes használatú modellező szoftvertől. Az utófeldolgozás során bármelyik modellezett paramétert, bármely időpillanatban képesek megjeleníteni ezek a szoftverek a szivárgáshidraulikai és transzportmodellezés szempontjából. Feladatuk, hogy a modellezés eredményeit mutassák be. A sebességtér-adatokból az áramvonalak, valamint az elérési idők jeleníthetők meg (pl. vízbázisok, vízkivételek tervezése esetén).

Az említett két szoftver képes XYZ ASCII szöveg-fájlba exportálni a modellezett sebességtér, vagy egyéb modellezett változó adatait. Ennek előnye, hogy a drága modellező szoftverektől függetlenül meg lehet jeleníteni a modellezés eredményeit, akár más, például térinformatikai fedvényekkel együtt is. A modellezett adatok szoftverfüggetlen háromdimenziós megjelenítésére kaphatóak különböző vizualizációs szoftverek, például:

- Voxler (Golden Software),
- Tecplot (Tecplot Inc.).

Ezek azonban meglehetősen drágák, és bonyolult a használatuk, mivel a háromdimenziós vizualizáció sokoldalú alkalmazására tervezték azokat. Az egyszerű kezelhetőséget feladat-specifikus alkalmazások tennék lehetővé, de ilyenek – ráadásul magyar nyelvű kezelőfelülettel – nem kaphatóak jelenleg.

Egy, a modellező szoftverektől független, szabad felhasználású, fedvénykezelő háromdimenziós térinformatikai alkalmazás elsősorban a mo-

dellezett adatok felhasználóinak (pl.: tervezők, hatóság) tenné lehetővé a szimulációk adatainak egyszerű vizualizációját és értékelését.

Lehetőségünk volt ivóvízbázis-védelem diagnosztikai munkáihoz kapcsolódó vízföldtani modellezés eredményeire alapuló, feladatspecifikus alkalmazás fejlesztésére magyar nyelven. Célunk egy olyan program fejlesztése volt, amely a vízföldtani modellezés során előállított áramvonalak megjelenítésén túl, alkalmas a felszín alatti vízbázisok védőidomának, védőterületének a meghatározására. Mindezt egy felhasználói felületen megoldva, köztes szoftverek felhasználása nélkül, lehetőleg térinformatikai fedvényekkel együtt vagy térinformatikai rendszerbe integrálható módon. Reményeink szerint idő és költség takarékos módon.

A fejlesztett alkalmazás bemutatása (GeoBogi v1.0)

A FEFLOW által szolgáltatott nagy mennyiségű áramvonal-adat korlátlan beolvasásának, valamint az áramvonalak megjelenítése, a védőidomok, védőterületek méreteinek meghatározása érdekében MATLAB alkalmazást fejlesztettünk. Célunk egy olyan eszköz kifejlesztése volt, amely szemléletesen és hatékonyan támogatja a vízbázis-védelem folyamatának egyik fontos részét, továbbá rövidebb idő alatt lehet az áramvonalakat megjeleníteni, a védőidomok, védőterületek méreteit meghatározni, a szükséges ábrákat, mellékleteket elkészíteni.

A feladat megoldásához azért választottuk a MATLAB programcsomagot, mert számos numerikus eljárást tartalmaz, könnyen használható két- és háromdimenziós grafikai megjelenítésre, valamint magas szintű a programozhatósága.

A szoftver környezet kialakítása a MATLAB-on belül könnyen és kényelmesen megoldható feladat a Graphical User Interface (GUI) alkalmazásával.

A GUI Layout Editor ablakon belül lehetőségünk van a felhasználói fejlesztés grafikus környezetének a kialakítására gyorsan, felhasználóbarát módon. A szerkesztőfelületre a különböző funkciók ellátására alkalmas objektumokat helyezhetünk el tetszőleges helyre, méretben. Gyakorlatilag a felhasználó igényeinek teljes mértékben megfelelő szoftverkörnyezetet alakíthatunk ki egy speciális feladat megoldására. A szerkesztés során kialakított objektumokhoz a későbbiekben különböző funkciók, függvények, végre hajtandó feladatok, parancsok kapcsolhatók.

A fejlesztett alkalmazás környezetének kialakításakor a szerkesztőfelületen elhelyezésre kerültek koordinátatengelyek a grafikus megjelenítéshez, nyomógombok különböző parancsok végrehajtására, rádiógombok és jelölőnégyzetek az egyes opcionális lehetőségek ki-be kapcsolásához, felsorolási négyzet a listában szereplő objektumok kiválasztásához. A logikailag egy

csoportba tartozó funkcionalitású gombok, objektumok gombcsoportokba és panelokba kerültek elrendezésre. Eszközsor került kialakításra ikonok alkalmazásával az egyes alapfunkciók könnyű elérése céljából. Ilyen funkciók többek között a fájl megnyitása, mentése, a nyomtatás, a nagyítás-kicsinyítés, forgatási műveletek, jelmagyarázat beszúrása, vagy akár színskála alkalmazása.

Az elkészített szoftverkörnyezetnek programként történő működéséhez szükséges elkészíteni az elvégzendő parancsok, funkciók sorozatát tartalmazó szkriptet. Gyakorlatilag annak futtatása során kel életre a korábban létrehozott felhasználói felület.

A GeoBogi program megírása beépített függvények alkalmazásával történt.

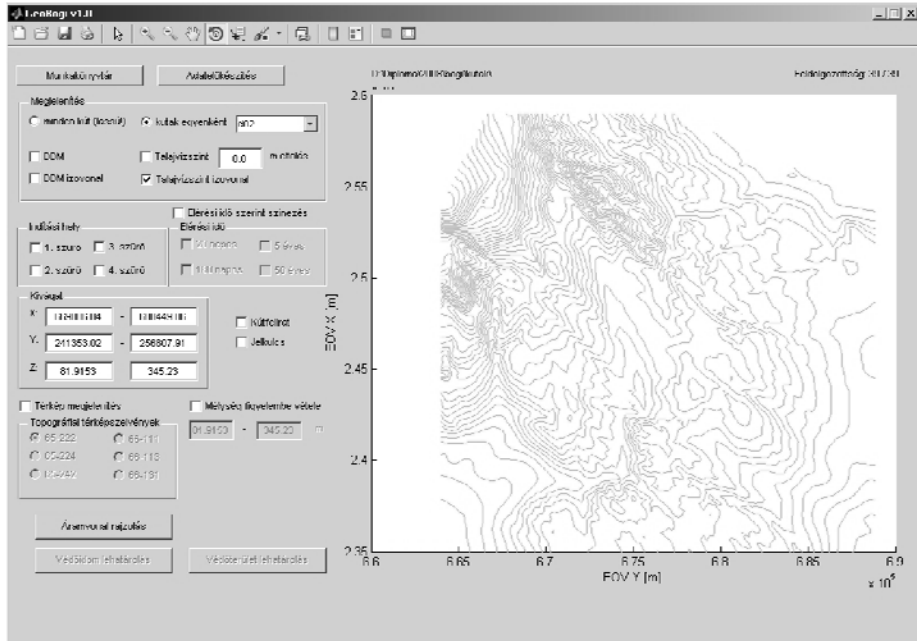
A fejlesztett alkalmazás eredményeinek bemutatása

A diagnosztikai vizsgálat vízföldtani modellezése során meghatározott számított talajvízszint-felület izovonalas ábrázolása látható a 2. ábrán.

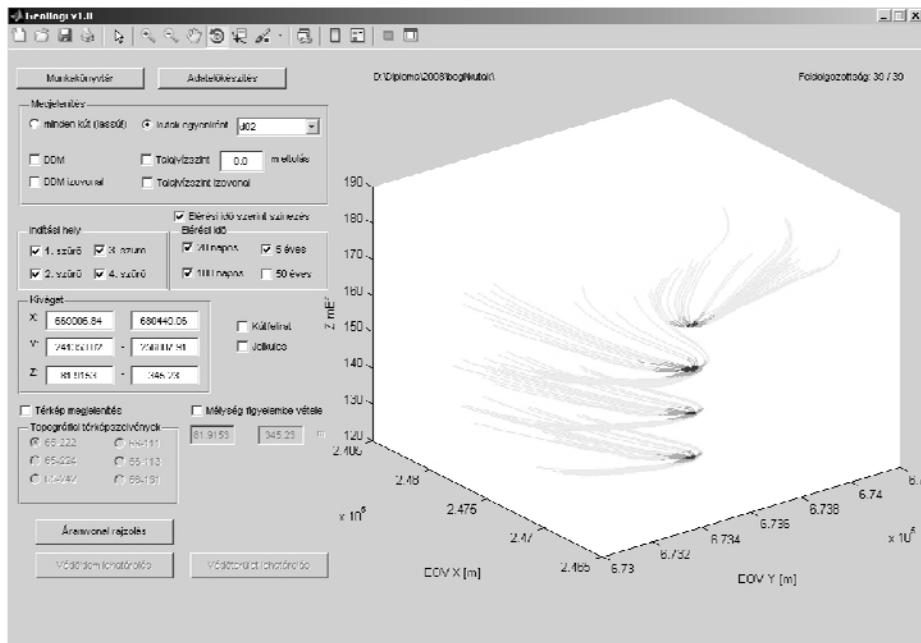
A vizsgálati területen található egyik termelőkút szűrőjének mind a négy lehetséges szintjéről indított áramvonalak térbeli elhelyezkedését szemlélteti a 3. ábra. Az ábrán a 20 napos, a 180 napos és az 5 éves elérési időintervallumokhoz tartozó áramvonal pontok kerültek megjelenítésre, elérési idő szerinti színezésnek megfelelően.

A mélység szerinti szegmentálás lehetőségét szeretnénk bemutatni a 4. ábra segítségével. Ezen eredmény előállításakor az opcionális lehetőségek közül kiválasztottuk, hogy az áramvonalak a vizsgálati területen található összes kút szűrőinek minden szintjéről induljanak, a színezés mind a négy lehetséges elérési idő szerint történjen, továbbá az alkalmazás csak azokat az áramvonal pontokat jelenítse meg elérési idő szerinti színezéssel, amelyek a 100–120 m balti magasságtartományba esnek.

A MATLAB környezetben belül megtalálható egy kifejezetten térképi adatok kezelésére szolgáló eszköztár, az úgynevezett Mapping Toolbox. A Mapping Toolbox térképi megjelenítésekhez és térinformatikai adatelemzéshez nyújt átfogó funkciókészletet és grafikus felhasználói felületet. Lehetővé teszi a térképezési és térinformatikai adatelemzési, adatkezelési és megjelenítési feladatok elvégzését. Segítségével olyan térképi megjelenítések állíthatók elő, amelyek több forrásból származó adatot kapcsolnak össze, és azokat a térbeli kapcsolatuknak megfelelően mutatják be.

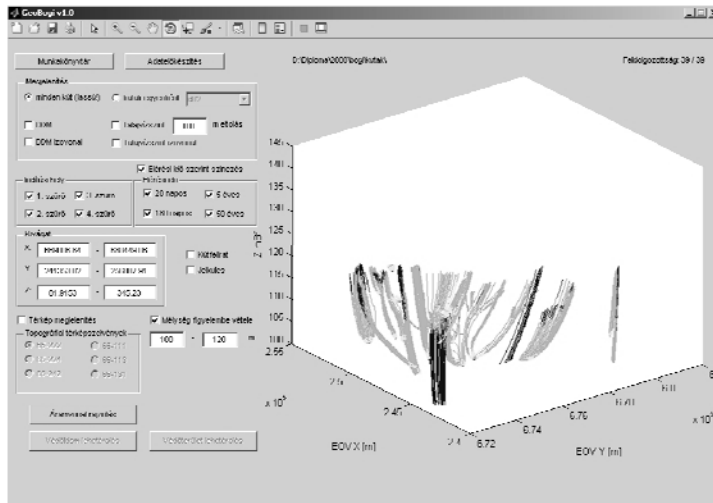


2. ábra Számított talajvízszint-felület izovonalas ábrázolása



3. ábra D-2 jelű termelőkút mind a négy lehetséges szintjéről indított 20 napos, 180 napos és 5 éves elérési időhöz tartozó áramvonalai

Aramvonalak megjelenítése térinformatikai fedvényekkel együtt



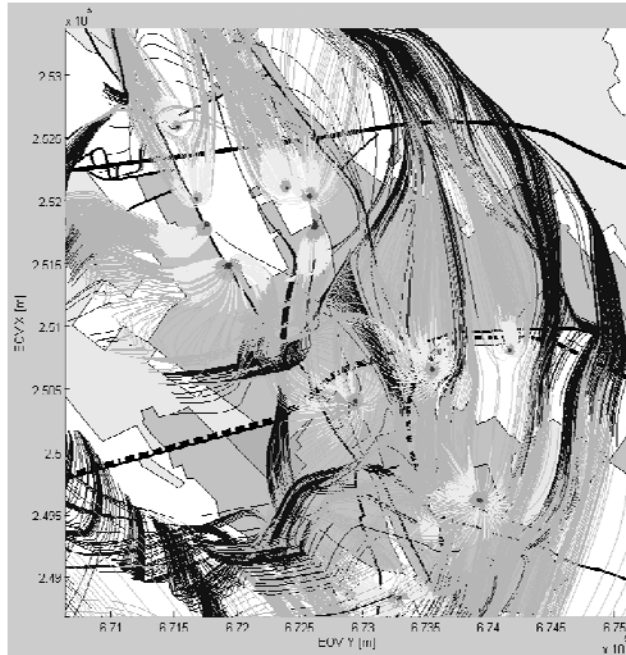
4. ábra A mintaterület összes kútjából indított áramvonalak elérési idő szerinti színezéssel a 100–120 m B.f. magasságtartományban

Az eszközkészlet térkép és térinformatikai adatok importálására alkalmas modulja a geoinformatikai formátumok széles választékát támogatja csakúgy, mint bizonyos adatállományokat. Vektor alapú térképek adatait felhasználhatóvá teszi egyszerű koordináta vektorokként (X–Y, vagy szélesség–hosszúság), vagy olyan adatszerkezetekként, amelyek tartalmaznak helyhez nem kötött tulajdonságokat és attribútumokat is. A készlet támogatja georeferenciával ellátott képek, valamint egyéb raszteres adatformátumok használatát, beleértve az ortofotókat, műholdfelvételeket, digitális terepmo-delleket.

Az eszköztár segítségével lehetőség van különböző térinformatikai és távérzékelési adatformátum közvetlen beolvasására, így az igen elterjedt és a földtudományi gyakorlatban is használt shape formátum importjára is. A Mapping Toolbox alkalmazása a megjelenítésben is bővíti a beépített eszköztárat, ennek köszönhetően igen csekély ráfordítással jeleníthetünk meg tematikus rétegeket akár önállóan, akár további elemzés céljából, továbbá lehetőségünk van arra is, hogy korábbi MATLAB elemzési eredményeinket együttesen jeleníthessük meg a tematikus rétegekkel együtt.

A Mapping Toolbox eszköztár egyik lehetséges alkalmazását szemlélteti az 5. ábra. Az ábrán a mintaterület egy kisebb részén egyidejűleg jelenítettük meg az eredeti bemenő térinformatikai fedvények (shape fájlok), amelyek rendre a következők: erdő, város, falu, tavak, mesterséges tavak, patakok, autópálya, korszerű út, műút és vasút rétegek. Ezen felül ábrázolásra kerültek a FEFLOW programcsomag által szolgáltatott, a vizsgálati terület

összes termelő kútjára vonatkozó nagymennyiségű áramvonal adatai, amelyek elérési idő szerinti színezéssel jelennek meg. Az elérési idő szerinti színezés az ismertetett fejlesztett alkalmazással történt. Az alkalmazott eszköztár a megjelenítésben nagy szabadságot ad felhasználójának, az alkalmazott szimbólumok, jelkulcsok szabadon definiálhatóak, az egyéni igények szerint testreszabhatóak (szín, mintázat, telítettség stb.). Az ábrán jól elkülöníthetőek a különböző színekkel jellemzett elérési idő szerint szegmentált diszkrét pontok halmaza.



5. ábra MATLAB eszközök felhasználásával előállított áramvonalak szemléltetése shape fájlokkal kombinálva a vizsgálati terület egy részére

A Mapping Toolbox által nyújtott kombinált lehetőségnek köszönhetően nagyon gyorsan lehet az elemzési eredményeket térinformatikai háttérrel megjeleníteni.

Áramvonalak megjelenítése 3D-s felületmodellekkel együtt

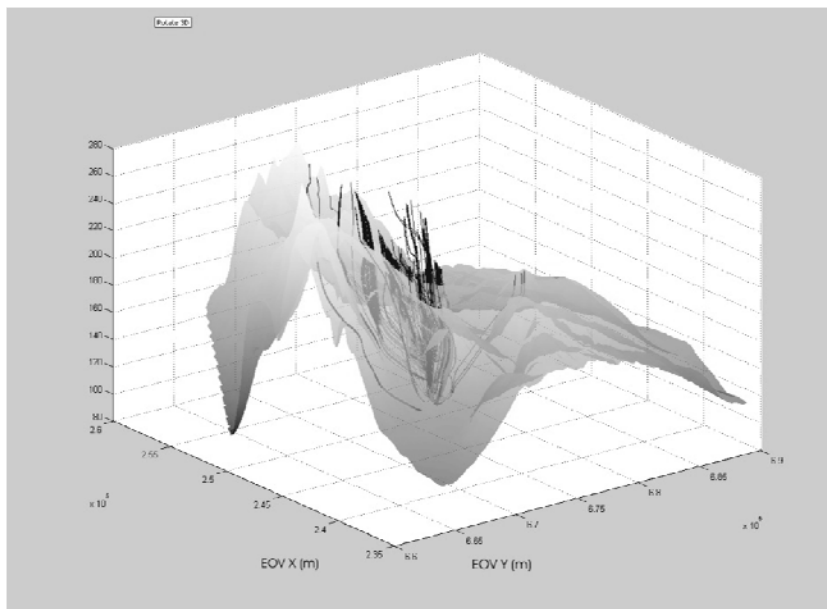
A MATLAB programcsomag többféle két- és háromdimenziós grafikus ábrázolási lehetőséget biztosít, mint például függvény kirajzolás, 3D rajzolás, 3D metszet felületek kirajzolása, illetve 3D árnyékolt terület kirajzolása.

Az ismertetett GeoBogi alkalmazásban a Megjelenítés panelon belül van lehetőség a vízbázis és környezetére vonatkozó digitális domborzatmodell megjelenítési módjának a kiválasztására. Opcionálisan választható, hogy

a DDM ábrázolása felületként, vagy pedig izovonalas formában történjen. Ugyanilyen lehetőségek közül választhatunk, ha a vízföldtani modellezés során előállított számított talajvíz-domborzatot szeretnénk megjeleníteni.

Az áramvonalak térbeli elhelyezkedésének megjelenítése szempontjából fontos, hogy szemléletesen ábrázolhatóak legyenek az adott vizsgálati terület domborzati, illetve talajvízviszonyai között, mégpedig lehetőség szerint oly módon, hogy az áramvonalak térbeli futása jól látható és elkülöníthető legyen az adott felületi modell belsejében is. A fejlesztett alkalmazásban külön-külön jól megjeleníthetőek a különböző felületmodellek 3D-s formában, illetve az áramvonalak elérési idő szerinti színezésben.

Készült egy olyan rutin is, amely megjeleníti 3D-s formában egyrészt a számított talajvízszint felületmodelljét és az áramvonalakat elérési idő szerint, másrészt a digitális domborzatmodellt és az áramvonalakat, szintén elérési idő szerinti színezéssel. A megjelenítés során mind a domborzatmodell, mind a talajvízszint felületmodellje eltérő színekkel van megjelenítve, de mindkettő megjelenítése átlátszóvá van állítva annak érdekében, hogy az áramvonalak az egyes felületmodellek belsejében jól láthatóak legyenek. Természetesen az egyes felületmodellek színe, átlátszósága, megjelenítése egyszerűen és gyorsan változtatható. A vizsgálati területen található egyik termelőkút áramvonalainak megjelenítését a számított talajvízfelszín felületmodelljével együtt 3D-s megjelenítési formában a 6. ábra mutatja be.



6. ábra D-2 jelű termelőkút áramvonalai elérési idő szerinti színezéssel a számított talajvízszint felületmodelljével

Összefoglalás

Célunk egy olyan alkalmazás fejlesztése volt, amely szemléletesen és hatékonyan támogatja a vízbázisvédelem folyamatának egyik fontos részét, lehetőséget biztosít a vízföldtani modellezés által szolgáltatott nagymennyiségű áramvonal korlátlan beolvasásának, az áramvonalak megjelenítésének, a védőidomok, védőterületek méreteinek meghatározásának, továbbá a jelentéshez szükséges ábrák, mellékletek elkészítéséhez.

Matematikai környezetben (MathWorks Matlab) tanulmányoztuk a földtani adatok kezelésének módját, elemi elemzéseket hajtottunk végre, majd egy megjelenítő alkalmazást fejlesztettünk ki. A fejlesztés eredménye jól mutatja, hogy a megfelelő matematikai műveletek segítségével a megjelenítési és elemzési műveleteket ki lehet bővíteni.

Jelen cikkünkben látható, hogy az áramvonalak koordináta helyes térbeli megjelenítését, elérési idő szerinti szegmentálását, valamint a balti tengerszint feletti mélység szerinti szegmentálást megvalósítottuk az adott mintaterületre vonatkozó vízföldtani modellezés eredményei alapján. Lehetőséget biztosítottunk a vizsgálati terület topográfiai térképeivel együtt történő megjelenítésre, kivágatok készítésére, bemutattuk, hogy felületmodellekkel együtt is könnyen megjeleníthetők szemléletesen az áramvonalak, valamint hogy MATLAB környezetben térinformatikai fedvényekkel együtt is kezelhetők az általunk elvégzett elemzések, ezáltal is új lehetőséget szolgáltatva az alkalmazás tovább fejlesztésére a térinformatikai elemzések, térinformatikai rendszerek irányába. A védőidomok, védőterületek MATLAB környezetben történő meghatározásán, megjelenítésén tovább dolgozunk.

További algoritmusok beépítésével megoldható az egyes elérési időkhöz tartozó védőidomok térbeli lehatárolása, annak háromdimenziós megjelenítése és összevetése a többi rendszerben tárolt adattal. A lehatárolt térbeli védőidomok alapján az egyes elérési időkhöz tartozó védőterületek meghatározása megoldható.

Köszönetnyilvánítás

A munka szakmai tartalma kapcsolódik a „Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen” című projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását az Új Széchenyi Terv TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja támogatja.

Irodalom

FÜLE L.: A földrajzi információs rendszerek (GIS) alkalmazási példái a földtudományok területén, Földtani Közlöny, 1997.

- GAMAX* Kft.: Gamax Kft. – Matlab Üzletág – Nyitólap, <http://matlab.gamax.hu>, 2008.
- KHVM* megbízásából felállított munkabizottság: Az üzemelő, sérülékeny környezetben lévő ivóvízbázisok biztonságba helyezésének módszertana és tartalmi követelményei, 2. Felülvizsgált változat, KHVM, Budapest, 1999.
- Magyar Köztársaság Kormánya: 123/1997. (VII.18.) Kormányrendelet "A vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vizilétesítmények védelméről", Budapest, 1997.
- Magyar Köztársaság Kormánya: 33/2000.(III.17.) Kormányrendelet "A felszín alatti vizek minőségét érintő tevékenységekkel összefüggő egyes feladatokról", Budapest, 2000.
- SIMONFFY Z.* (1998): Szennyeződésterjedési modellek alkalmazása, Kármentesítési Kézikönyv 1., Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium, Budapest.
- STOYAN G.* (1998): MATLAB, Typotex kiadó, Budapest.
- The MathWorks Inc.: Getting Started with MATLAB, Natick, 2001.
- Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság: EU Vízkeret irányelv, www.euvki.hu, 2008.

Keringőegység-adatok térinformatikai integrálása a Mars jeges lejtőformáinak vizsgálatához

Sik András¹

¹ tanársegéd, ELTE FFI Természetföldrajzi Tanszék / Planetológiai Műhely, sikandras@gmail.com

Abstract: I have completed the morphological analysis of two groups of ice-related Martian slope features, focusing on eight study areas with the application of optical satellite images and other type of planetary datasets from orbiter space probe instruments, that I have integrated in ESRI ArcGIS Desktop 9.3 GIS software environment. The main conclusion is that the development of these two different types of features can be explained by the same process, which is the partial melting of the H₂O-content in the shallow subsurface layers. But the debris aprons are larger and ancient landforms while the slope streaks are smaller and recent features. Therefore, both can be considered as reliable locations and reachable sources of frozen and/or liquid H₂O reservoirs to be found on the red planet.

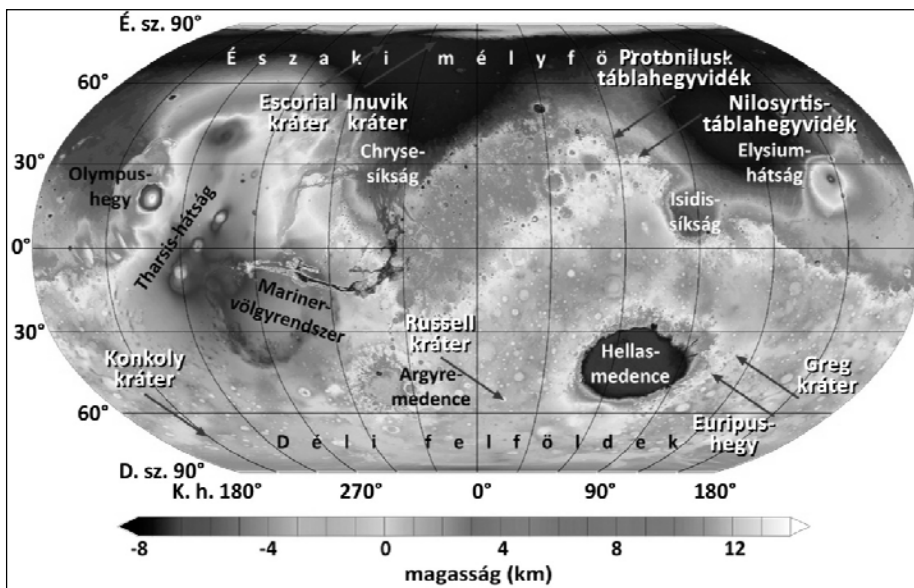
Bevezetés

A Mars tanulmányozása napjainkban már a térségébe jutatott űrszondákkal zajlik. A bolygó körüli pályán működő keringőegységek érzékelőberendezései által távérzékelési eljárásokkal gyűjtött optikai űrfelvételek, digitális domborzatmodellek (DTM) illetve más típusú mérési adatok interneten keresztül elérhető, nyilvános adatbázisokból tölthetők le, ezt követően pedig térinformatikai szoftver-környezetben integrálhatók és elemezhetők (Sik A. 2010). Kutatómunkám során két eltérő típusú jeges lejtőformacsoport, a közepes marsrajzi szélességű övezetekben látható periglaciális törmelékletjtők, illetve a szubpoláris térségek dűnemezőin megfigyelhető sötét lejtősávok felszínalaktani vizsgálatát végeztem el nyolc különböző mintaterület rendelkezésre álló adatainak integrálásával (*1. ábra*).

Ehhez természetesen összetett konverziós eljárásokra van szükség, elsősorban az állományok eltérő térbeli vonatkoztatási rendszere (szferoid, fokhálózat, vetület), terepi felbontása illetve formátuma (byte-sorrend, spektrális felbontás, bináris adatszerkezet, színmélység, feldolgozottsági szint, kiterjesztés) miatt, amelyekhez akár lépésenként másik, speciális feladatokra készített szoftver-különlegesség használata is szükséges lehet.

Módszertan

Ennek elkerülése érdekében egy olyan számítógépes munkamenetet dolgoztam ki és dokumentáltam részletesen, amely speciális feladatokra készített számítógép-programok nélkül, egy Microsoft Windows operációs rendszeren működő általános célú GIS-programmal, az ESRI ArcGIS 9.3 Desktop szoftverrel teszi lehetővé a több küldetésből származó adatállományok térinformatikai integrálását, térképi megjelenítését és morfológiai/genetikai interpretációját (Sik A., 2011).



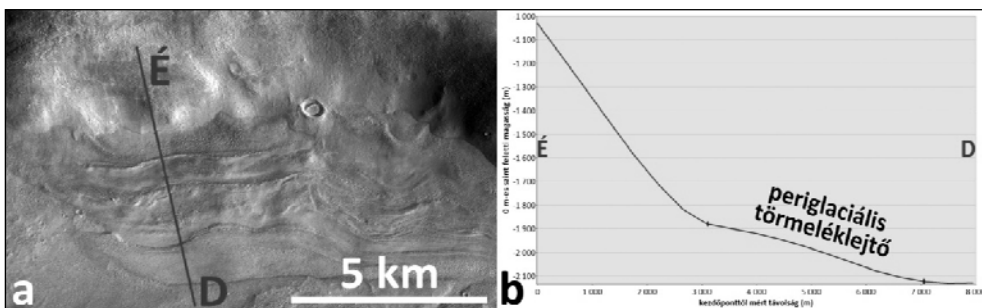
1. ábra A vizsgálati mintaterületek elhelyezkedése a Marson (SIK A.)

A közepes marsrajzi szélességek periglaciális törmelékjeitői

A vörös bolygó törmelékkel borított, fagsivatagos felszínén jellegzetes tájtípust alkotnak a közepes szélességű övezetek kimart területei, ahol az idősebb felföldek és a fiatalabb mélyföldek fokozatos átmenete látható. Eleinte a magasabb térszín még csak nagyobb kiterjedésű platókra tagolódik, amelyek több km-rel emelkednek az őket elválasztó széles, lapos aljzatú völgyek fölé, ám végül már ezek a mélyföld-jellegű felszínrészletek kerülnek túlsúlyba a néhány km magasságú, elszórt táblahegyekhez képest.

A meredek falú platók és szigetszerű táblahegyek oldalán, valamint a völgyek fala mentén fiatalabb korú formák láthatók – a periglaciális törmelékjeitőnek nevezett képződmények (2. ábra). Ezek a Mars legnagyobb méretű jeges lejtőformái, s alapvető morfológiai/morfometriai sajátosságaik:

- határozott meredekség-változással különülnek el a mögöttük húzó-dó kiemelkedéstől;
- hosszúságuk 2–20 km közötti, de akár néhányszor tíz km is lehet;
- relatív magasságuk több száz méter;
- hossz-szelvényük konvex, átlagos lejtőszögük 1,5–3° közötti;
- homlokfrontjuk viszonylag meredeken végződik el;
- kereszt-szelvényük általában domború, ám oldalsáncaik nem mindig jelölhető ki;
- gyakran lebenyes alakú részekre tagolódnak;
- felszínükön íves gerincek és barázdák összetett mintázata látható.



2. ábra Periglaciális törmelékletők – a) domborzati helyzet; b) jellemző szelvény (SIK A.)

Greg kráter mintaterület

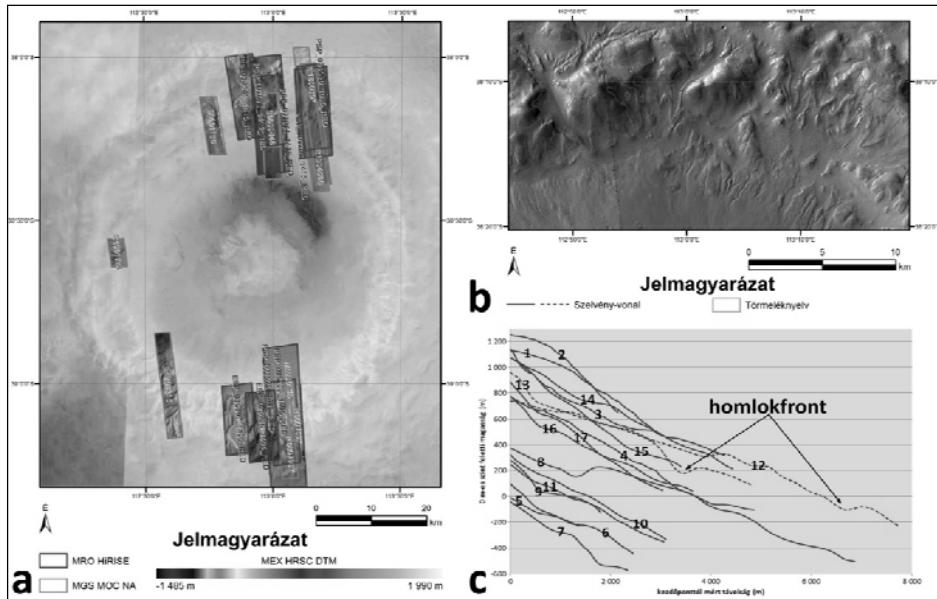
A 68 km átmérőjű és 2,5 km mélységű Greg kráter (D. sz. 38,2°; K. h. 112,9°) a Hellas-medence keleti peremvidékén helyezkedik el, s belsejében egy központi kúp található (3/a. ábra). Belső oldallejtőin 17, nyelv alakú törmeléklet, illetve törmeléklet-kezdemény határolható le, amelyek elhelyezkedése nagymértékű irányfüggést mutat: szinte csak délkeleti, déli és délnyugati kitétségű lejtőkön figyelhetők meg (3/b. ábra). Tehát a pólus felé néző, árnyékosabb térszíneken jöhettek létre, feltételezésem szerint azért, mert a télen felhalmozódott vízjég ezeken a területeken olvad el a legkevésbé a nyári felmelegedés során.

Az elérhető legpontosabb, kb. 75 m/pixel terepi felbontású DTM alapján hosszúságuk 1 369–7 715 m, relatív magasságuk 218–971 m között változik, átlagos lejtőszögük középértéke pedig 11,5°. Szelvényeik együttes ábrázolása látványosan szemlélteti konvex lefutásukat (3/c. ábra). Az alattuk húzódó lejtőszakaszokon megfigyelhető meder-maradványok pedig feltételezett vízjég-tartalmuk látványos bizonyítékai (3/b. ábra), mivel ezeket a mederformákat feltehetőleg a törmeléknyelvek köves-jeges anyagának éghajlat-ingadozások hatására történt részleges olvadása során lefelé folyt/szivárgott H₂O lineáris eróziója hozhatta létre.

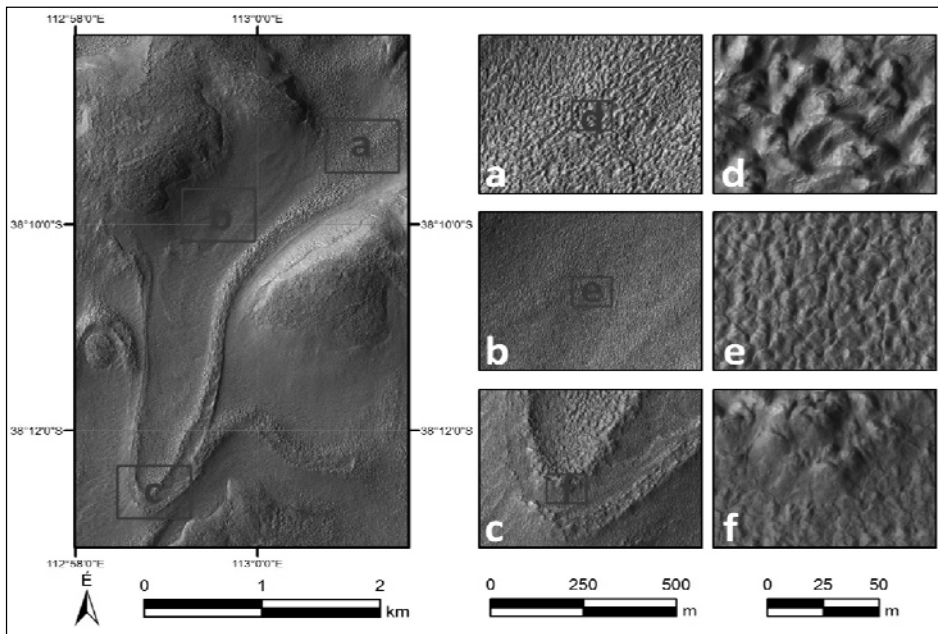
Morfológiai értelemben a 8, 12 illetve 13 azonosítójú törmeléknyelvek tekinthetők a „leginkább fejletteknek” (ennek oka szerintem az, hogy a többi alakzaténál jelentősen nagyobb táplálóterülettel rendelkeznek, így gyorsabban növekedhettek azoknál). Formakincsük részletes elemzését 0,25 m/pixel terepi felbontású úrfelvételek teszik lehetővé, amelyek alapján különböző jellegű szakaszokra oszthatók.

Például a 12 azonosítójú forma kiterjedt táplálóterületét (4/a. ábra) durva szerkezetű, egyenetlen blokkos térszín alkotja néhányszor tíz méter nagyságú sziklák mintázatával (4/d. ábra). Ilyen méretű közettömbök a sziklafalokról jelenleg is lehullhatnak, majd a lejtésirányt kirajzoló vonalakba ren-

deződve létrehozzák a területre szintén jellemző párhuzamos sáv-mintázatot.



3. ábra Greg kráter mintaterület – a) áttekintő színes fotó-térkép a nagyfelbontású optikai űrfelvételek lefedettségével, a háttérben magassági színezéssel; b) a törmeléknyelvek, azonosítóik és szelvényeik elhelyezkedése; c) a szelvények kb. 3-szoros függőleges torzítással (SIK A.)



4. ábra Felszíni szerkezet-típusok – a) táplálóterület; b) középső szakasz; c) elvégződő szakasz; d) blokkos mintázat; e) poligonális mintázat; f) homlokfront (SIK A.)

A törmelékletítő középső szakaszán (4/b. ábra) sokkal egyenletesebb felszíni mintázat figyelhető meg, amely legfeljebb néhány átmérőjű, poligon-szerű egységekből áll (4/e. ábra). Ez idősebb lehet a táplálóterület blokkos térszínénél, s feltételezésem szerint annak fokozatos eróziójával alakulhatott ki – főként a törmelékanyag lejtőirányú előrehaladása során zajló aprózódás hatására, de akár mállási folyamatok is hozzájárulhattak, ha a múltban lehetséges volt a víz időszakos megjelenése. A tengelyvonal közelében – a térség gyorsabb mozgása miatt – a lejtésirányra merőleges, lefelé domborodó íves gerincek és barázdák váltakoznak. Az elvégződő szakaszt (4/c. ábra) pedig meredekebb homlokfront zárja le (3/c. ábra), ahol szinte „oldalról” látható a táplálóterülethez hasonlóan blokkokra tagolódó felszíni szerkezet (4/f. ábra).

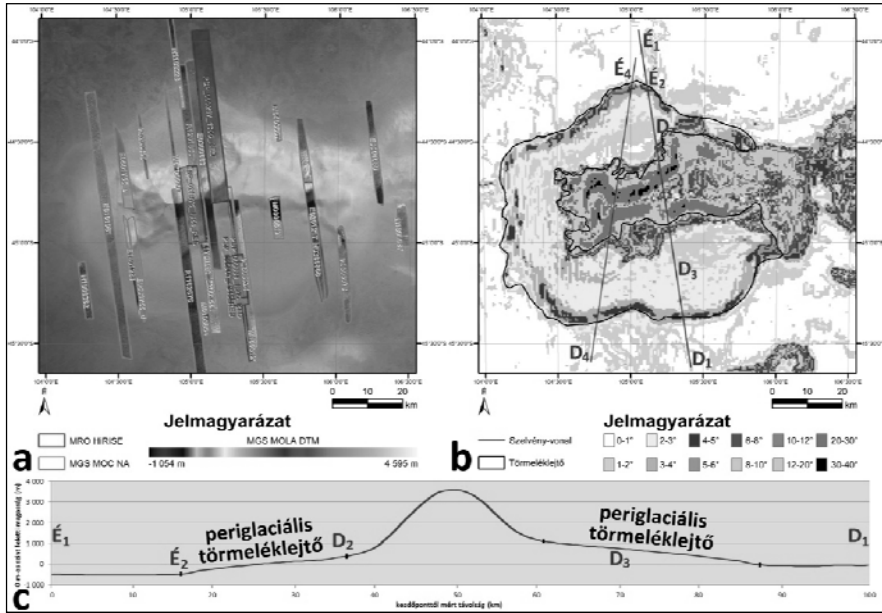
Mindezek alapján úgy gondolom, hogy ezek az alakzatok inaktívak: jégkészletük megvan még, de annak periodikusan ismétlődő, részleges megolvadását a jelenlegi éghajlati viszonyok nem teszik lehetővé. Így felső törmelékanyagukból biztosan nem képződhet aktív felszíni réteg, vagyis formakincsük napjainkban nem változik, s vízjég-tartalmuk fokozatos szublimációja miatt egyre inkább pusztuló, fosszilis formákká válnak.

Euripus-hegy mintaterület

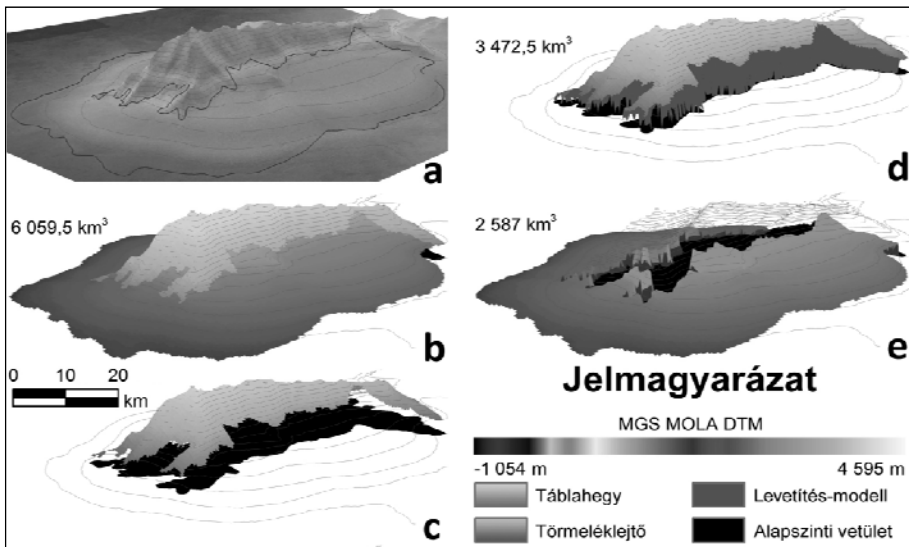
A 73 km hosszúságú és a síksági tájból 4,5 km magasra emelkedő, kelet-nyugati csapásirányú Euripus-hegy (D. sz. 44,8°; K. h. 105,1°) szintén a Hellas-medence keleti peremvidékén helyezkedik el, s egy kiterjedt lebenyes törmelékletítő veszi szoknyaszerűen körbe (5/a. ábra). A hegy gerincvonalától sugárirányba kifelé szétterülő törmelékletítő legnagyobb átmérője kb. 90 km, hosszúsága 5-30 km, vastagsága pedig kb. 300-1 200 m között változik (feltételezve, hogy közel sík térszín található alatta). Domborzati adottságait látványosan szemlélteti a terület lejtőmeredekség-térképe (5/b. ábra) és keresztmetszelve (5/c. ábra).

A területről rendelkezésre álló, kb. 463 m/pixel terepi felbontású DTM felhasználásával kiszámítottam a hegy körüli lebenyes törmelékletítő hozzávetőleges térfogatát, az alábbi módszerrel (6. ábra):

- a teljes formaegyüttes, vagyis a hegy és a lebenyes törmelékletítő ösztérfogatának meghatározása a terület legmélyebb pontjához igazított, –569 m-en húzódó helyi alapszint felett;
- a hegy törmelékletítő fölé emelkedő részének helyi alapszintre történő levetítése (a sziklafalak eredeti meredekség-értékének bizonytalansága miatt függőleges oldalvonalakkal);
- az így kapott hegy-modell helyi alapszint feletti térfogatának kivonása a teljes formaegyüttes térfogatából.



5. ábra. Euripus-hegy mintaterület – a) áttekintő színes fotó-térkép a nagyfelbontású optikai űrfelvételek lefedettségével, a háttérben magassági színezéssel; b) lejtőmeredekség-térkép és az É₁-D₁ keresztmetszvény elhelyezkedése; c) az É₁-D₁ keresztmetszvény kb. 3-szoros függőleges torzítással (SIK A.)



6. ábra. A törmeléklejtő háromdimenziós megjelenítése kb. 3-szoros függőleges torzítással – a) színes fotó-térkép, a háttérben magassági színezéssel; b) a hegy és a törmeléklejtő felülete; c) a hegy és alapszíni vetülete; d) a hegy térbeli modellje; e) a törmeléklejtő térbeli modellje (SIK A.)

Az eredmény $6\,059,5\text{ km}^3 - 3\,472,5\text{ km}^3 = 2\,587\text{ km}^3$, ami a vetítővonalak függőleges helyzete miatt csak közelítő felső határértéke a törmelékletítő térfogatának. Ugyanis az 5/c. ábra alapján a hegy sziklafalainak jellemző meredeksége $15\text{--}25^\circ$ között változik, ami azt jelenti, hogy legfeljebb 17%, de legalább 8% többletet hozzá kell adni a függőleges hegy-modell alapján kiszámolt térfogathoz. A törmelékletítő kiterjedéséből viszont le kell vonni ugyanezt, tehát az $2\,000\text{--}2\,300\text{ km}^3$ között lehet. Az egyik keringőegység földradar-berendezésének mérései alapján a vízjég aránya a törmelékletítő összletében kb. 90%-ra becsülhető, amit legfeljebb 10 m vastagságú száraz törmelékréteg borít be (HOLT, J. W. et al. 2008). Ezt figyelembe véve belsejében akár $2\,000 \times 10^9$ t fagyott H_2O is tárolódhat.

A képződmény sok szempontból hasonlít a jeges összletek földi lejtőformáihoz, ám recens aktivitása még tisztázatlan. Ezért két különböző űrszonda érzékelő-berendezéseinek helyi időben mérve $13^{00}\text{--}14^{00}$ közötti napszakokra (vagyis a déli félteke közepes marsrajzi szélességű övezetének legmelegebb pillanataira) vonatkozó eredményei alapján megvizsgáltam a térség nyári időszakra jellemző felszíni hőmérséklet-értékeit. Az egymással jól korreláló adatforrások szerint nyár közepén-végén is a hegy területe a legmelegebb, a körülötte lévő síkság jelentősen hidegebb, s a törmelékletítő maximum-, illetve átlaghőmérséklete mindig a kettő közé esik (1. táblázat).

1. táblázat Az Euripus-hegy térségének nyári felszíni hőmérséklet-értékei (SIK A.)

TERÜLET	NYÁR KÖZEPE	NYÁR VÉGE
Hegy maximum átlag	+3,8 °C -5,7 °C	-5,7 °C -23 °C
Törmelékletítő maximum átlag	+1,2 °C -7,4 °C	-14,7 °C -24,6 °C
Környező síkság maximum átlag	-4,5 °C -10 °C	-18,2 °C -26 °C

Véleményem szerint a hegy magasabb hőmérséklet-értékei a meredek sziklafalait érő napsugarak nagyobb beesési szögével, valamint tömör kőzetanyagának kisebb hőkapacitásával magyarázhatók, a törmelékletítő pedig azért lehet átlagosan valamivel melegebb a környező síkságnál, mert felszíni rétegét nagyobb méretű sziklatömbök alkotják, s ezek besugárzásra merőleges helyzetű oldalfelületein több hőenergia nyelődhet el. A törmelékletítő felszíni hőmérsékletének nyár közepére vonatkozó, kis mértékben 0°C feletti maximum-értéke arra utal, hogy a jelenlegi éghajlat a marsi év legmelegebb pillanataiban lehetővé teszi a vízjég időszakos megolvadását – ám ez az állapot legfeljebb csak néhány napig/hétig tart. Így elvileg akár jelenleg is történhetnek olyan morfológiai változások a törmelékletítő mintázatában, amelyek nagyfelbontású optikai űrfelvételek összehasonlításával kimutathatók. A rendelkezésre álló 0,25 m/pixel részletességű felvétel-pár összehasonlítása során azonban nem sikerült azonosítanom ilyen évszakos változásokat.

Ez mégsem zárja ki, hogy nagy mennyiségű fagyott H_2O van napja-

inkban is jelen az Euripus-hegy lebenyes törmeléklejtőjében (BYRNE, S. et al. 2009), aktív réteg azonban mégsem képződik, mert:

- a törmeléklejtő vízjég-készletét kiszáradt törmelékkborítás fedi be, amelyen a rövid ideig tartó nyári hőmérséklet-maximum lefelé haladó olvadás-hulláma nem képes áthatolni;
- a 0 °C feletti maximális felszíni hőmérséklet nem biztosítja elég hosszú ideig a vízjég részleges megolvadását a törmeléktakaróban;
- a marsi légkör sűrűsége közel esik a H₂O hármaspontjának légnyomás-értékéhez s a keletkező víz szinte azonnal elpárolog.

Aktív réteg hiányában pedig biztosan nem zajlanak távérzékelési módszerekkel is kimutatható morfológiai változások a terület formakincsében.

További mintaterületek

A törmeléklejtők további két mintaterületére, valamint a sötét lejtősávok térségére vonatkozó eredményeim bemutatását jelen tanulmány terjedelmi korlátja sajnálatos módon nem teszi lehetővé.

Következtetések

A periglaciális törmeléklejtők cementált belső szerkezetű, köves-jeges öszszletek lassú lejtőirányú elmozdulásával, illetve az ennek során belsejükben zajló plasztikus deformációk eredményeként jöttek létre az utóbbi néhány százmillió évben. Morfológiai és morfometriai sajátosságaik alapján, valamint formakincsük változatlanóságát figyelembe véve napjainkban fosszilis vagy inaktív képződményeknek tekinthetők, amelyek a jelenlegitől eltérő éghajlati viszonyokra utalnak az égitest késői fejlődéstörténete során. Vagyis a felszínközeli rétegek vízjég-tartalmának részleges megolvadásával magyarázható, nagy méretű múltbeli formák, s a fagyott marsi H₂O-készlet biztos előfordulási helyszíneinek tekinthetők.

Irodalom

- BYRNE, S. et al. (2009): Distribution of Mid-Latitude Ground Ice on Mars from New Impact Craters. *Science*, 325/ 5 948., pp. 1 674-1 676., doi:10.1126/science.1175307.
- HOLT, J. W. et al. (2008): Radar Sounding Evidence for Buried Glaciers in the Southern Mid-Latitudes of Mars. *Science*, 322/5 905., pp. 1 235-1 238., doi:10.1126/science.1164246.
- SIK A. (2010): GIS a Marson. Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában Konferencia és Szakkiállítás, Debrecen, pp. 191-198.
- SIK A. (2011): Távérzékelés és felszínalaktan: Keringőegység-adatok térinformatikai integrálása a Mars jeges lejtőformáinak vizsgálatához. – Doktori értekezés, ELTE Természetföldrajzi Tanszék, Budapest, 155 p.

Algoritmus térbeli és időbeli elérhetőség vizsgálatára helyközi autóbuszos tömegközlekedési menetrendek alapján

Szabó Gergő

PhD hallgató

Pécsi Tudományegyetem, Földtudományok Doktori Iskola, Pécs, Magyarország

Jagelló Egyetem, Földrajzi és Térgazdaságtani Intézet, Krakko, Lengyelország

Abstract: This paper represents an iterative algorithm for the analysis of public transportation timetables, regarding the accessibility to service places. In the introduction gives an overview of the theoretical background, based on principles of time-geography. In the following part describes the input data characteristics, the utilized softwares and methods. In the third section provides a detailed description of the algorithm, its working mechanism and its possible GIS integration. In the end presents an example, as a demonstration of the results and summarizes of possible utilization of the algorithm.

Bevezetés

Szolgáltatások elérhetőségének vizsgálatához gyakorta használt elemzési megoldás a szolgáltató helyek távolságának számítása. Ezek a számítások legtöbbször csak az adott közlekedési eszköz, az adott szolgáltatás, az adott társadalmi szegmens és a vizsgálati terület sajátosságaival együtt értelmezhetők. A nemzetközi irodalomban található aktuális kutatások jelentős része használja a személygépjárművel való elérési idő becsült értékét (BURNS, C.M. – INGLIS, A.D. 2007, SZABÓ G. 2011), a tömegközlekedési vonalak járatsűrűségét (MCGRAIL M.R. – HUMPHREYS J.S. 2009, CURRIE G. 2010), vagy mindkettőt az elérhetőség mérésére. Több kutatásban figyelembe veszik a mintaterület demográfiai tulajdonságait potenciálmodelleken keresztül, valamint több szolgáltatás elérhetőségének egyidejű vizsgálatokor gyakorta használatos faktoranalízis (CURRIE G. 2010, MAVOA, S. et al. 2012, MCGRAIL, R.M.–HUMPHREYS, J.S. 2009).

A tömegközlekedési menetrendek elemzését a szolgáltatások elérhetőségének vizsgálatával kapcsolatban indokolja egyrészt az, hogy maga a tömegközlekedés is szolgáltatás, másrészt az, hogy egyes helyeken és esetekben egyetlen módja a közszolgáltatásokhoz való hozzáféréshez.

A HÄGERSTRAND-i (1970) szerint az egyén a tér adott pontján, adott időben megadott lehetőségekkel rendelkezik. Az egyén lehetőségei ezzel együtt hely és az idő függvényében változó, ezért érdemes újragondolni a buszmegálló, munkahelyek, iskolák, egészségügyi ellátás vagy egyéb szolgáltatások gyalogos vagy autós elérhetőségének mérését az egyén rendelkezésére álló napi időkeret függvényében (MILLER H.J. 1991, KIM, H.-M., KWAN, M.-P. 2003, CURRIE G. 2010, NEUTENS et al. 2010, NEUTENS et al. 2011).

Az egyén számára a napi potenciális mozgásterén belül elérhető szolgáltatások mennyisége és minősége függ annak térbeli helyzetétől és helyvált-

toztatási képességétől, valamint a mozgástérben található állandó pontoktól (LENTORP, B. 1976).

A közszolgáltatások területi szervezésében fontos prioritás, hogy a szolgáltató helyek a lehetőségekhez mérten egyenlő mértékben legyenek elérhetők a lakosság számára. Ezt igyekszik elősegíteni a tömegközlekedés szervezése is. A magyarországi autóbuszos helyközi tömegközlekedés országosan egységesített menetrendjéből adódóan megbízhatónak mondható, a hálózat igyekszik az aprófalvak lakóinak szükségletét is kielégíteni.

Az itt bemutatott algoritmus célja, hogy feltárja a helyközi tömegközlekedést használó egyén térbeli lehetőségeit és korlátait a szolgáltatásokhoz való hozzáférésben.

Felhasznált adatok

Az algoritmus kidolgozásához a VOLÁN egyesülés hivatalos menetrendi adatait használtam fel. A járatok menetrendjét, mint HTML oldalakat töltöttem le a menetrendi kereső adatbázisából, majd szövegfeldolgozó függvények segítségével táblázatba rendeztem. A táblázatból relációs adatbázist készítettem, ami 1020761 darab menetrendi bejegyzést, 18323 buszmegálló és 3191 településnevet tartalmaz.

Az elemző eljárást egy laptop számítógépen fejlesztettem, OpenSUSE 11.4 linux operációs rendszeren, az *1. táblázatban* felsorolt szoftverek segítségével.

1. táblázat Felhasznált szoftverek

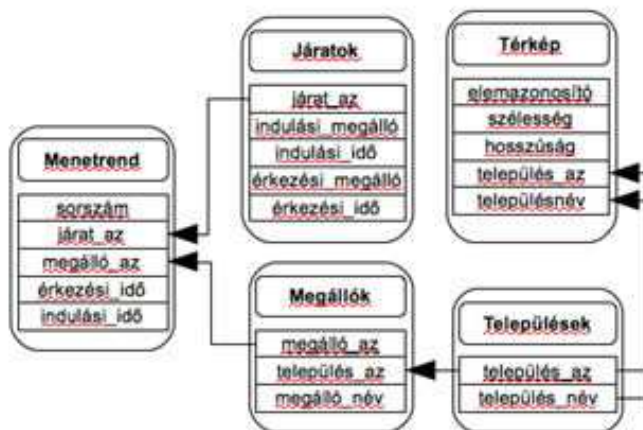
megnevezés	Verzió	Leírás
Apache	2.2.17	Világszerte leggyakrabban használt web szerver. http://apache.org
MySQL	5.1.57	MySQL Community Server adatbázis kezelő rendszer. http://www.mysql.com
PHP	5.3.5	Általános célú programozási nyelv, melyet szerver oldalon futtatva dinamikus weboldalak készítéséhez fejlesztettek ki. http://www.php.net
GRASS	6.4.2	Többcélú térinformatikai rendszer. http://grass.fbk.eu

Módszerek

A létrehozott relációs adatbázis szerkezete az *1. ábrán* látható, az egyes adatbázismezők tartalmának leírását a *2. táblázat* tartalmazza.

Az algoritmust egy web alapú menetrendi kereső alkalmazással egyidejűleg fejlesztettem, ezért első változata PHP szerver oldali programozási nyelven íródott. Ez lehetővé tette az elemzés futtatását egy webböngészőből,

egy egyszerű HTML űrlap segítségével. A későbbiekben, bash shell script szintaxissal írtam át, hogy a GRASS 6.4 GIS környezetében, webservertől is futtatható legyen.



1. ábra A relációs adatbázis szerkezete

Az algoritmus

A bemutatott algoritmus elindításához három bemeneti értékre van szükség: kiindulási buszmegálló, a lehetséges legkorábbi indulás időpontja és a lehetséges legkésőbbi érkezés időpontja. A bemeneti paraméterekkel két iteratív függvény végez lekérdezéseket az adatbázisban. Az első függvény listázza azokat a járatszámokat és indulási idejüket, amelyek a kiindulási megállóból indulnak, a lehetséges legkorábbi időpontban vagy azután, de még a lehetséges legkésőbbi érkezési idő előtt. Ennek a lekérdezésnek az eredményei (a járatszám és indulási idő párok) a második függvény bemeneti értékei lesznek.

A második függvény listázza azokat a buszmegállókat, amelyekhez az adott számú járat az első függvényből örökölt indulási idő és az utazás befejezésének lehetséges legkésőbbi időpontja között érint. Ezáltal a második függvény kimeneti értéke pontokat határoz meg a tér és az idő keresztmetszetében, amelyek szemléltethetők térben és időben. Ezt a függvényt annyiszor hívja meg az első függvény, amennyi az első függvény által lekérdezett eredmény sorok száma.

Amennyiben az adott megállóba érkezés után még marad az utazó rendelkezésére álló időkeret, az utazó tovább mehet a megállóból akár másik autóbusz járatral is, így az eredményül kapott megálló és érkezési idő segítségével újra elindítható az első függvény, ahol a lehetséges legkorábbi indulási időpont helyét a megállóba érkezés időpontja veszi át. Az így lekérdezett járatszámokkal újra elindul a második függvény és így tovább.

Tábla	Mező	Leírás
Menetrend		
	sorszám	Egyedi azonosító, elsődleges kulcs
	járat_az	Járatazonosító szám, kapcsolódik a „Járatok” tábla elsődleges kulcsához
	megálló_az	Megálló azonosító, kapcsolódik a „Megállók” tábla elsődleges kulcsához
	érkezési_idő	A „járat_az” számú járat érkezésének ideje a „megálló_az” azonosítójú megállóba.
	indulási_idő	A „járat_az” számú járat indulásának ideje a „megálló_az” azonosítójú megállóból.
Járatok		
	járat_az	Egyedi azonosító, elsődleges kulcs
	indulási_megálló	A járat kiindulási megállójának azonosítója a „Megállók” tábla elsődleges kulcsa szerint.
	indulási_idő	Indulás időpontja a kiindulási megállóból.
	érkezési_megálló	A járat végállomásának azonosítója a „Megállók” tábla elsődleges kulcsa szerint.
	érkezési_idő	Érkezés időpontja a végállomásra
Megállók		
	megálló_az	Egyedi azonosító, elsődleges kulcs
	település_az	Település azonosítója, ahol ahol a megálló található
	megálló név	Megálló hivatalos neve
Települések		
	település_az	Egyedi azonosító, elsődleges kulcs
	település_név	A település neve
Térkép		
	elemazonosító	Vektoros térkép objektumának azonosítója
	szélesség	Földrajzi szélesség
	hosszúság	Földrajzi hosszúság
	település_az	Települések egyedi azonosítója, ezen keresztül kapcsolódik az adatbázis a térképhez
	település_név	A település neve

Megkötések

Ahhoz, hogy a valósághoz leginkább hasonló eredményeket produkáljon az elemzés, szükséges volt néhány megkötést beépíteni az algoritmusba. Fontos kikötés, hogy egy utas egy járáttal egy irányba egyszer szállhat fel. Egy elemzés során az algoritmus egy járatszámot csak egy alkalommal vesz figyelembe, másként a vizsgálandó átszállási lehetőségek megsokszoroznák a művelet számítási igényét.

A lehetséges átszállások számának korlátozására is szükség lehet az utazó rendelkezésre álló időkeret függvényében. A napi ingázás lehetőségeinek vizsgálatakor a viszonylag rövid – például munkaidő előtti két óra hosszúságú időszámban – a nagy számú átszállással történő utazás választása valószínűtlen. A példában bemutatott elemzésnél kikötés volt, hogy az utazó legfeljebb 5 járművet használhat, vagyis 4 átszállásra van lehetősége. Így az algoritmus legfeljebb négyszer indíthatja el saját magát.

A legfontosabb megkötés az elemzésben az időkeret. Amennyiben egy lekérdezés nem talált a feltételeknek megfelelő járatokat vagy buszmegállókat, az iteráció a következő bemeneti értékkel folytatódik.

GIS integráció

Az algoritmus teljes egészében integrálható a GRASS 6.4 térinformatikai szoftverbe, akár beépülő modulként is. A GRASS kiválóan operál különböző típusú adatbázis kapcsolatokkal, köztük a MySQL adatbázisokkal is. Ezáltal az adatbázis elemzése és az eredmények térképi megjelenítése egy rendszeren belül lehetséges.

Annak ellenére, hogy az adatbázis szerkezete (*1. ábra*) alkalmas web alapú menetrendi kereső működtetésére is, az algoritmus futtatása – az általa igényelt számítási kapacitás miatt – ugyanazon a szerveren veszélyeztetheti a kereső szolgáltatás folyamatos elérhetőségét.

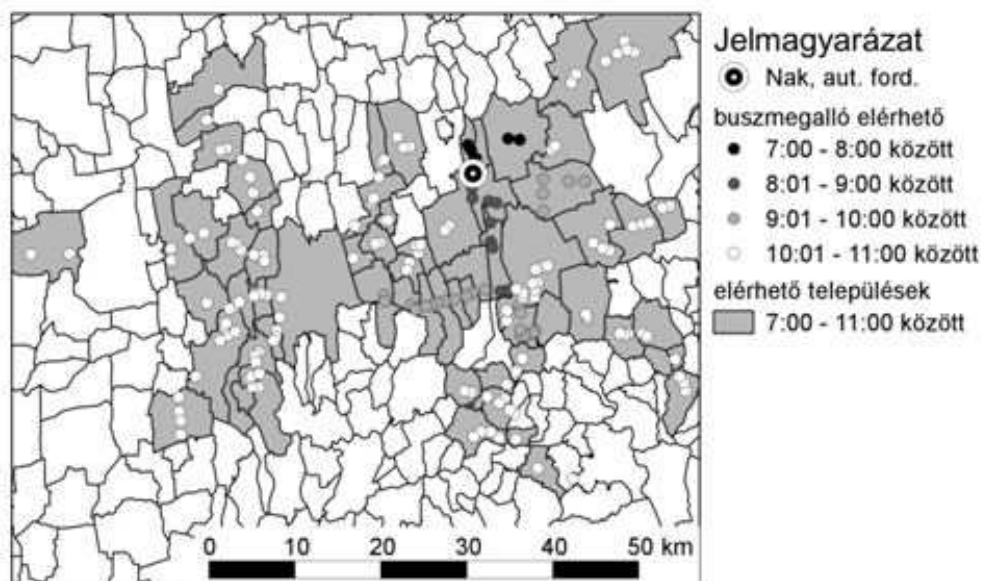
A térképi megjelenítéshez az algoritmus fejlesztésekor sajnos nem állt rendelkezésemre az adatbázisban előforduló összes (18323) buszmegállót térben helyesen ábrázoló vektoros térkép, ezért a buszmegállókat településekhez csoportosítva és így összegezve helyeztem térképre. Így az adott település elérhetőségének értéke a legkorábban elérhető buszmegállóhoz kapcsolódó érték lett.

Példa

Az algoritmust bemutató példában használt kiindulási buszmegálló a Tolna megyei Nak községben található „Nak, autóbusz forduló” nevet viseli. A tekintetbe vett időintervallum reggel 7 órától délelőtt 11 óráig tart. A 2.

ábra térképén láthatók azok a buszmegállók, amelyek elérhetők a kérdéses időintervallumban.

Az időintervallum növelésével exponenciálisan nő a lehetségesen elérhető buszmegállók száma. Az így kapott pontok az egyén potenciális mozgásterének szemléltetését pontosítják, amelyen belül a lehetségesen igénybe vehető szolgáltatások köre a nap folyamán egyre szűkül.



2. ábra Az algoritmus eredményei alapján Nak, autóbusz forduló megállóból indulva 7:00 és 11:00 között elérhető buszmegállók

Az algoritmus gyakorlati alkalmazása

A személygépjármű becsült haladási sebességére alapozott vizsgálatokkal összehasonlítva a bemutatott algoritmus eredményét, meg kell említeni a „közelség” és az „elérhetőség” fogalmak közötti különbséget (RAUBAL et al. 2004). A szolgáltatások elérhetősége az egyéni közlekedés használói és a tömegközlekedésre utaltak esetében nehezen hasonlítható össze egymással, mert a személygépjárművek használóinak szélesebb a napi potenciális mozgásterük, és az egyes időhöz kötött tevékenységeik között szélesebb időablakkal rendelkeznek (MCGRAIL, R.M.–HUMPHREYS, J.S. 2009, NEUTENS, T. et al. 2010).

Van, akinek nem jelent gondot beilleszteni napi mozgásterébe, hogy munka után bankautomatából készpénzt vegyen fel, elmenjen szülői értekezletre a gyermeke iskolájába és utána ellátogasson a fogorvosa rendelőjébe. Viszont annak, akinek nincs anyagi lehetősége fenntartani személygépjárművet és a tömegközlekedéshez is korlátozott a hozzáférése, előfordulhat, hogy

hasonló teendői esetén fél nap vagy akár egész nap szabadságot kell kérnie munkahelyéről.

A kutatás további részében szeretném tekintetbe venni a szolgáltatási helyek és lakóhelyek távolságát a tömegközlekedés megállóitól, figyelembe véve a vizsgált terület népességének szerkezetét. Ehhez felhasználható megoldás lehet a WANG, F.–LUO, W. (2005) által publikált kétlépcsés lebegő gyűjtőterület (two-step floating catchment area) elemzési módszer.

A városi, városhoz közeli vagy várostól távoli lakóhelyek előnyeit összevetve, a munkahely relatív elhelyezkedése fontos tényező. Rurális térségben a helyben lévő munkahelyek alacsony száma miatt van szerepe annak, hogy mely települések érhetőek el tömegközlekedéssel a munkavégzéssel, iskolai tanítási idővel kapcsolatos kitüntetett időszakokban. Az algoritmust megfordítva vizsgálható, hogy adott buszmegálló (település) mely buszmegállóból érhető el adott időintervallumban. Mindkét irányban használva az algoritmust, térképre vihető az adott település potenciális ingázási területe.

Irodalom

- BURNS, C.M.–INGLIS, A.D. (2007): Measuring food access in Melbourne: Access to healthy and fast foods by car, bus and foot in an urban municipality in Melbourne, *Health & Place*, 13, 4 pp. 877-885
- CURRIE, G. (2010): Quantifying spatial gaps in public transport supply based on social needs, *Journal of Transport Geography*, Volume 18, Issue 1, pp. 31-41.
- HÄGERSTRAND, T. (1970): What about people in Regional Science?, *Papers of the Regional Science Association*, 24 (1), pp. 6-21.
- KIM, H.-M. AND KWAN, M.-P. (2003): Space-time accessibility measures: A geocomputational algorithm with a focus on the feasible opportunity set and possible activity duration, *Journal of Geographical Systems*, 5 (1), pp. 71-91.
- LENNORP, B. (1976): Paths in space-time environments: A time-geographic study of movement possibilities of individuals, *Lund Studies in Geography, Series B, Human Geography*, number 44, Published by: The Royal University of Lund, Sweden, 150 p.
- MCGRAIL, M. R. AND HUMPHREYS, J. S. (2009): Measuring spatial accessibility to primary care in rural areas: Improving the effectiveness of the two-step floating catchment area method, *Applied Geography*, Volume 29, Issue 4, pp. 533-541
- MAVOA, S.–WITTEN, K.–MCCREANOR, T.–O'SULLIVAN, D. (2011): GIS based destination accessibility via public transit and walking in Auckland, New Zealand, *Journal of Transport Geography*, 20, 1, pp. 15-22
- MARTIN, D.–WRIGLEY, H.–BARNETT, S.–RODERICK, P. (2002): Increasing the sophistication of access measurement in a rural healthcare study. *Health & Place*, 8, pp. 3–13.

- MILLER, H.J. (1991): Modelling accessibility using space-time prism concepts within geographical information systems, *International Journal of Geographical Information Systems*, 5 (3), pp. 287-301.
- NEUTENS, T.–VERSICHELE, M.–SCHWANEN, T. (2010): Arranging place and time: A GIS toolkit to assess person-based accessibility of urban opportunities. *Applied Geography*, Volume 30, Issue 4, pp. 561-575.
- NEUTENS, T.–DELAFONTAINE, M.–SCHWANEN, T.–VAN DE WEGHE, N. (2011): The relationship between opening hours and accessibility of public service delivery, *Journal of Transport Geography*,
- RAUBAL, M.–MILLER, H. J.–BRIDWELL, S. (2004): User-Centred Time Geography for Location-Based Services, *Geografiska Annaler. Series B, Human Geography*, Vol. 86, No. 4, Special Issue: Path, Prism, Project, Pocket and Population. Published by: Blackwell Publishing on behalf of the Swedish Society for Anthropology and Geography, pp. 245-265
- SZABÓ G (2011): Intézményellátottság és ingázási szükséglet számítása a közoktatás példáján [in:] Lóki József ed.,: *Az elmélet és gyakorlat találkozása a térinformatikában II. Térinformatika konferencia és szakkiállítás*, Debrecen ISBN:978-963-318-116-4, pp 259-264.
- WANG, F.–LUO, W. (2005): Assessing spatial and nonspatial factors for healthcare access: Towards an integrated approach to defining health professional shortage areas. *Health and Place*, 11 (2), pp. 131-146.

Megjegyzés



Készült a **Nemzetközi Visegrádi Alap** ösztöndíjprogramjának támogatásával.
<http://visegradfund.org>

Térbeliség a gyorsuló időben

Dr. Szabó György

egyetemi docens, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
gyszabo@eik.bme.hu

Abstract: The paper focuses on the geospatial literacy in the accelerated time and the relation between the geospatial industry workforce and the formal and informal education to support the “production” of geospatial professionals. Introduce the U.S. Department of Labor issued Geospatial Technology Competency Model which identifies the nine level of the workforce expertise: Personal effectiveness competencies, Academic competencies, Workplace competencies, Industry-wide competencies, Industry-sector specific competencies, Management competencies.

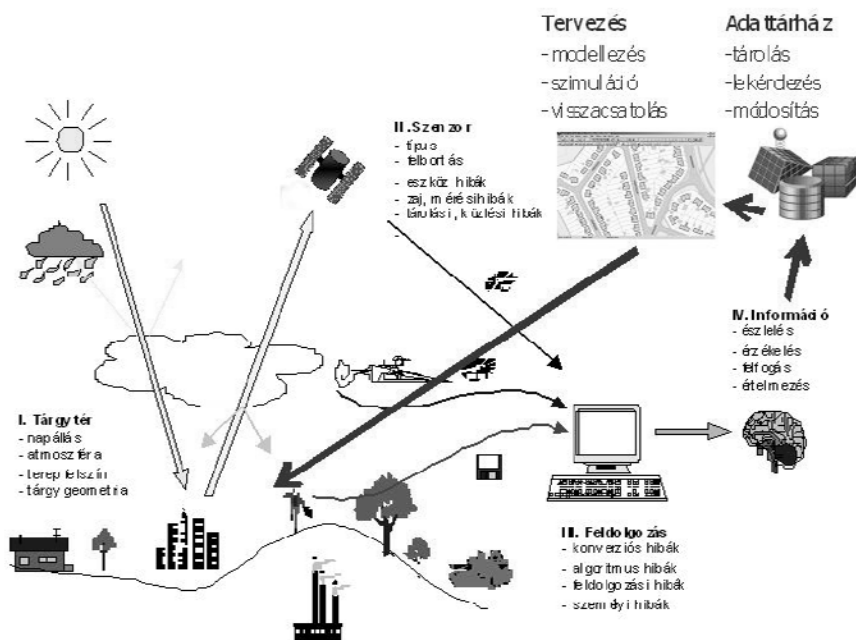
Bevezetés

A térrel történő gazdálkodás, a térhasználattal, téralakítással foglalkozó szakterületek számára alapvető kihívás a felgyorsul környezeti változások kezelése. Az információtechnológiai kínálati dömping, a tömeges téradat piac és a hétköznapi alkalmazások világát átható térinformatikai alkalmazások szükségessé teszik a közelmúltig specialista orientált térinformatikai eszközrendszer ártértékelését. Az új szereplő, a napi rutinnal a legközelebbi autószervert vagy gyorséttermet kereső közönséges halandó szemlélete, prioritásai szükségessé teszik a térmodellezési stratégiák újragondolását, a célok és eszközök viszonyrendszerének tisztázását (BALÁZSIK et al. 2011). A dolgozat a térinformatikai technológiák és a térbeli írásbeliséggel kapcsolatos kompetenciák rendszerét tekinti át az elemi személyes képességek „tudni hogyan”, a tudományos kompetencia „tudni miért”, a térrel való készség szintű munkavégzés kompetenciája, az ipari alkalmazások által megkívánt helymeghatározás, elemzés, modellezés, rendszerfejlesztés kompetenciái és a térinformatikai szektor professzionális műveléséhez szükséges szakma specifikus és menedzsment kompetenciák keretében.

Térbeli jelenségek leírása és a térbeli modellezés

A körülöttünk lévő világban lejátszódó bonyolult folyamatok megértése a jelenség kereteit adó tér összetett elemzését igényli. Az informatikai fejlődés megtermékenyítő hatására a földmérés, térképészet – informatika – geo tudományok határterületén kialakult térinformatika lehetővé tette a hagyományos leírás, ábrázolás, modellezés korlátainak átlépését (DETREKŐI Á. – SZABÓ GY 2002). A technológiai eszközrendszer robbanásszerű fejlődése jelentősen kibővítette a térinformatikai eszközrendszerét, de az új információtechnológiai, térinformatikai eszközök megjelenése alapvetően megváltoztatta az üzleti, műszaki környezet térinformatikával kapcsolatos elvárásait. A

szűkebb tudományos területről az üzleti/társadalmi hasznosság világába kilépő térinformatika már nem néhány tudós játékszere (SZABÓ GY. 2010). A diszciplína betagozódott az egy ember által már nem megtanulható szakmai kompetenciák rendszerébe számos új szakmát, szakképzettséget hozva létre.

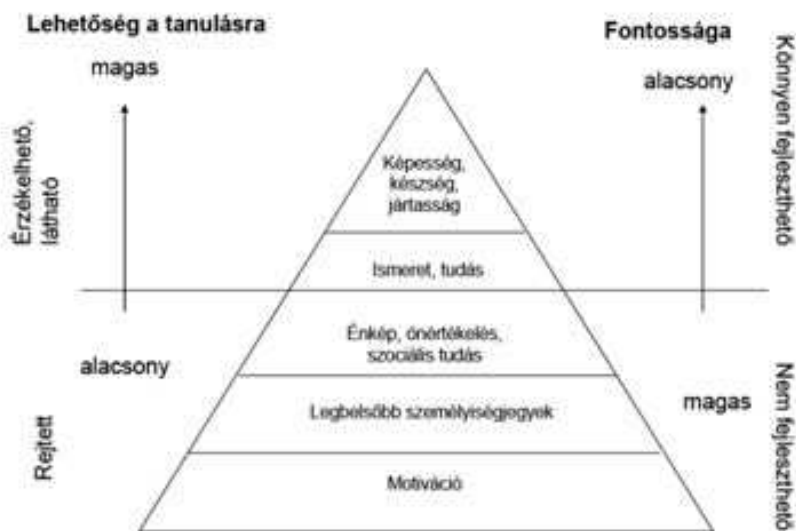


1 ábra Térbeli jelenségek leírása, reprezentációja és használata

A térinformatika palettája lefedi a térbeli jelenségek tudományos igényű fogalmi modellezésének területét (I. tárgyter), a technológia orientált földi, mobil, légi, űr szenzorokra alapozott adatgyűjtést (II. szenzor), az informatika orientált adatfeldolgozást (III. feldolgozás), az új ismeret előállítását szolgáló elemzést (IV. információ), a környezeti információk hatékony tárolását, karbantartását (Adattárház) és az épített, természeti környezet állapotának megváltoztatását (Tervezés). A térinformatika igen sok műszaki, infrastrukturális, környezeti, gazdasági, kulturális szegmensbe behatolt, de a tartalmi keretek megfogalmazásával, a szakmaszerűen művelhető tevékenységek definiálásával, követelmény rendszerével adós maradt. További nehézséget jelent a térrel kapcsolatos készségek esetében a vele született és a tanulható elemek határainak definiálása (térlátás, téri tájékozódás).

Az emberi kompetencia, cselekvőképesség

Egy feladat hatékony elvégzésének feltétele a munkavégző ismeretei és a feladat elvégzéséhez szükséges készségek közötti összhang megléte (a latin *competo* jelentése: a cselekvő elegendő képességgel rendelkezik céljai megvalósításához). A különböző kompetencia modellek között jelentős arányeltolódás található a képességek tanulható vagy veleszületett jellegének interpretálásában (JANKÓ M. 2005). Napjaink uralkodó kompetencia felfogása a képességek elsajátíthatóságát hangsúlyozza – rámutatva a könnyen érzékelhető (jéghegy csúcsa) és a felszín alatt elrejtett kompetencia elemek sajátos viszonyára (2. ábra).



2. ábra Az emberi kompetencia Spencer féle modellje (BME GTK kézirat)

Spencer pedagógiai jellegű kompetencia modellje kiemeli az intézményes keretek között könnyen fejleszthető, tanulható/tanítható ismeret és tudás réteget és a tudás alkalmazására épülő készség, képesség réteget. Mind a felsőoktatás, mind a munkaerőpiac szereplői naponta találkoznak a személyi kompetencia rejtett, nehezen fejleszthető fundamentumának, a motivációnak, meghatározó jellegével.

Természettudományi kompetencia, digitális kompetencia

„A természettudományi kompetencia arra a képességre és hajlamra utal, hogy az alkalmazott tudást és módszertant a természeti világ megmagyarázására használjuk annak érdekében, hogy problémákat ismerjünk fel, és

bizonyítékokra alapozott következtetéseket vonjunk le. A műszaki tudományok terén meglévő kompetenciát úgy tekintik, mint e tudásnak és módszertannak az érzékelt emberi akaratra vagy szükségletekre válaszként adott alkalmazását. E kompetencia mindkét területe magában foglalja az emberi tevékenység által okozott változások megértését és az egyéni polgár felelősségét.” (EU BIZOTTSÁG 2005)

„A digitális kompetencia felöleli az információs társadalom technológiáinak (Information Society Technology, a továbbiakban: IST) magabiztos és kritikus használatát a munka, a szórakozás és a kommunikáció terén. Ez az IKT terén meglévő alapvetőkészségeken alapul: számítógép használata információ visszakeresése, értékelése, tárolása, előállítás, bemutatása és cseréje céljából, valamint hogy kommunikáljunk és együttműködő hálózatokban vegyünk részt az interneten keresztül.” (EU BIZOTTSÁG 2005)

Térinformatikai technológiai kompetencia

A hazai és nemzetközi felsőoktatás és szakképzés az elmúlt évtizedekben megkísérelte felvértetni diákjait a térinformatikai aktuális „fegyverrel”, felkészítve őket a munkaerőpiac kihívásaira, a jobb élet és munkalehetőségekre. A földmérés, térképészet, mérnöki tudományok, földtudományok, informatika képviselői igen heterogén kontextusban használják a térinformatika/térinformatikus kifejezést, tág teret hagyva a helyzetfüggő értelmezésnek. A szakterület művelőinek csekély száma és a gyorsan változó technológiai, munkaerő piaci környezet nem kedvez a szakmai kompetenciák egyértelmű, egységes szemléletű kimunkálásának. A szakterület munkaerő piaci tendenciáinak megértését segítheti a jelentősen nagyobb és piackonformabb amerikai helyzetet áttekintése. 1997-ben a NASA elindított egy kezdeményezést a téradat szegmenshez kapcsolódó munkalehetőségek szakma szerű művelését megalapozó készségek, ismeretanyag definiálására. Ennek eredményeként került kidolgozásra az első térinformatikai technológiai kompetencia modell (Geospatial Technology Competency Model – GTCM) 2001-ben (DiBIASE D at all. 2005).

Az USA Munkaügyi Minisztériumának Foglalkoztatási és Képzési Kabinetje (Department of Labor’s Employment and Training Administration – DOLETA) a térinformatikai szegmens XXI.századi munkaerőpiaci kihívásaira válaszul 2009–2010-ben egy új térinformatikai technológiai kompetencia modellt dolgozott ki jelentősen kiszélesítve a hagyományos földmérés, térképészet, távérzékelés területét. Az új kompetencia modell 43 alapvető térinformatikai tudáselemet, készséget azonosítva lefedi a helymeghatározás, adatnyerés, elemzés, modellezés szoftver- és alkalmazásfejlesztés területét. A DOLETA kompetencia modellben rögzítésre került tíz térinformatikai szakma és az adott szakterületen foglalkoztatottak száma (2008 évi becslés). Tér-

informatikus kutató és mérnök – 209.000, Térinformatikai technikus – 209.000, Távérzékelési kutató és mérnök – 27.000, Távérzékelési technikus – 65.000, Precíziós mezőgazdaság technikus – 65.000, Felsőgeodéta mérnök – 58.000, Földmérő mérnök- 58.000, Földmérő technikus – 77.000, Térképész technikus – 77.000, Kartográfus, fotogramméter – 12.000. A 2008-as bázishoz képest a 2008–2018 időtávon az egyes szakmák munkaerő piaci keresletének növekedését a DOLETA jelentősen a nemzetgazdasági átlag felett prognosztizálta: Térinformatikus kutató és mérnök – 7–13%, Földmérő mérnök – 14–17%, Kartográfus, fotogramméter - >20%.

A DOLETA térinformatikai kompetencia modellje kilenc egymásra épülő rétegből épül fel (1. táblázat).

1.táblázat A DOLETA térinformatikai technológiai kompetencia modell rétegei

Kompetencia index	Térinformatikai technológiai kompetencia réteg megnevezése
9	Menedzsment kompetencia
8	Munkakör specifikus követelmény kompetencia
7	Munkakör specifikus technikai kompetencia
6	Munkakör specifikus tudás kompetencia
5	Szektor specifikus szakágazati kompetencia
4	Széleskörű szakágazati kompetencia
3	Munkavégzési kompetenciák
2	Akadémiai képzettségi kompetencia
1	Személyes képesség, készség kompetencia

A DOLETA kompetencia modell rétegeinek egymásra épülésénél alapvetően az általánostól a specifikus kompetencia felé való haladás jellemző nem pedig az egyszerűtől a bonyolultabb irányba való továbblépés. Az alsó három réteg az alapkompenciákat fedi le, melyeknek birtoklása egy adott munkakör betöltésének alapfeltétele.

K1–Személyes képesség, készség kompetencia elemei: kapcsolatteremtő képesség, integritás, szakmaiság, kezdeményező készség, megbízhatóság, élethosszig tartó tanulási képesség. Ezen kompetencia elsajátítása inkább otthoni vagy egyéb közösségben történhet, iskolai, munkahelyi közegben már csak a meglévő készségek megerősítése jellemző.

K2–Akadémiai képzettségi kompetencia elemei: olvasás, írás készség, matematikai, földrajzi, természettudományos, mérnöki alapfogalmak és készségek problémamegoldásban történő alkalmazása, kommunikációs készségek, analitikus gondolkodási készségek, alapvető számítógép használati, információ technológiai készségek. Ezen készségek elsajátítása elsősorban

iskolai keretek között történik, megalapozva a legtöbb munkakörben és szakágazatban elvárt kognitív készségeket, gondolkodási stílust.

K3–Munkavégzési kompetencia elemei: csoportmunka, kreatív gondolkodás, tervezési, szervezési képesség, probléma megoldó készség, döntési készség, eszköz és technológia használati készség, információ rendezési, menedzselési készség, alapvető üzleti, gazdasági készségek. Ezen nehezen fejleszthető készségek, személyiségjegyek, motivációk alapvetően meghatározzák az egyes munkakörökben, ágazatokban való szakmai megfelelést.

K4–Széleskörű szakágazati kompetencia elemei: ezen kompetencia rétegben a DOLETA a térinformatikai technológiai szegmens 43 kiemelt építő elemét specifikálja, melyek közül egy-egy részhalmaz elsajátítása és készség szintű használata a professzionális térinformatikai jellegű munkaköröknek való megfelelés alapfeltétele. A széleskörű kompetencia elemei az alábbi fő csoportokba rendezhetők: Föld elméleti modellje és geometriai leképezése, Adatminőség, Helymeghatározási, mérés-technikai módszerek, Távérzékelés, fotogrammetria, Kartográfia, Térinformatikai rendszerek, Programozás, rendszerfejlesztés, rendszerintegráció, Jogi, etikai szakmai ismeretek.

K–5 Szektor specifikus szakágazati kompetencia elemei a három alapvető szektor (1) Helymeghatározás, adatnyerés (2) Elemzés, modellezés (3) Szoftver és alkalmazásfejlesztés területén jelentkező kritikus munka típusokat és technikai ismereteket rögzítik. A rétegben specifikált elemek inkább példa jellegűek. A professzionális szakmai gyakorlat egyes munkakörei többnyire két vagy mindhárom szektor kompetencia elemeinek kombinációjából állnak össze. Tipikus munkafüggvények: (1) transzformációk, helymeghatározás, geokódolás, vektoros adatnyerés, ortofotó generálás (2) GIS elemzési eljárások, adatmodellezés, vizualizáció, szimuláció, megbízhatóság tervezés (3) megvalósíthatósági elemzés, rendszer követelmény elemzés, alkalmazás fejlesztés, rendszer implementáció, user interface tervezés, fejlesztő nyelvek, script nyelvek, WEB fejlesztés, CRM, SOA integráció.

K6, K7, K8, K9 Munkakör specifikus kompetencia: A 6–9. kompetencia réteg azokat a specializációkat írja le, melyek egy iparág egy konkrét szakmájához kötődnek. Jellemző elemei: típus tevékenységek, technológiai eszköz ismeret, akadémiai természettudományos, technológiai, üzleti, jogi ismeretek, készségek, képességek. A munkakör specifikus kompetenciák jellemzésére a DOLETA által specifikált tíz térinformatikai jellegű szakmából a „térinformatikai kutató és mérnök” szakma néhány jellemzőjét emeljük ki.

A térinformatikai kutató és mérnök alapfeladata a térinformatikai kutatás és technológiai fejlesztés, amely kiterjed a téradatbázisok tervezésre, létrehozására, térinformatikai alkalmazások fejlesztésére, komplex térinformatikai feladatok folyamat integrációjára. Az adott munkakör specializálódhat a környezetvédelemre, mezőgazdaságra, város tervezésre, üzemeltetésre, mérnöki, bányászati, logisztikai, földügyi, katonai, logisztikai, népegészségügyi, stb. alkalmazásokra. A legtöbb ilyen jellegű munkakör a megfelelő természettudományos, technológiai, informatikai, üzleti ismereteket nyújtó térinformatikai képzéssel betölthető, de a szüksége kompetenciák között meghatározó a több éves szakmai tapasztalat. Megjegyezzük, hogy a DOLETA 2008–2010 prognózisában szereplő 7–13%-os munkaerő piaci keresletnövekedésével szemben az aktualizált 2010–2020-as prognózis már visszafogottabb, az USA nemzetgazdasági átlagánál kisebb 3–9%-os növekedést prognosztizál.

Lehetőség a tanulásra, az oktatás mint befektetés

A felgyorsult technológiai fejlődés és a jelentős társadalmi mozgások a térinformatikai szegmensben érdekelt szereplőket is kihívás elé állítják. Hogyan tudjuk a térinformatika társadalmi, üzleti hasznosságát fokozni, a térinformatika művelői számára jobb élet és munkalehetőségeket biztosítani? A szellemi tőkébe történő befektetés egy ígéretes út, de milyen modellt kövessünk (BECKER G S 1962)? A tanulás, a versenyképes tudás megszerzése, mint tőkebefektetés egy kitörési pont, de nem mindenható. Egy jövőbeni befektetésnél kockázatos a versenyképes tudás elemeinek definiálása. Ki viselje a költségeket? A humán tőkébe történő investálásnál fokozottan jelentkezik a „tőke lopás”, elvándorlás veszélye.

A belső személyiségjegyek, motiváció, az akadémiai tudás és az alkalmazott tudás egymásra épülése, gyarapítása eltérő közegekben lehetséges. Spencer 2. ábrán vázolt kompetencia modelljével összhangban az iskolai képzésben nem vagy nehezen fejleszthető motiváció és belső személyiségjegyek meghatározó jelentőségére a bolognai rendszerben lemorzsolódó hallgatók tömege szolgáltat bizonyítékot (van-e szükség felvételire?). A motivált hallgatók természettudományos, technológiai, társadalomtudományi ismereteit iskola rendszerű tanulással hatékonyan fejlesztető kompetenciái jelentik az oktatás kibontakozási területét (van-e szükség mélyebb természettudományos, technológiai alapismeretekre?). A munkaerő piaci igények szempontjából meghatározó, de iskolai intézményi keretek között hatékonyan nem fejleszthető készségszintű tapasztalatok iránti fokozódó igény a képességfejlesztés jelentőségét emeli ki (van-e szükség az élethosszig tartó tanulásra?). A felvetett kérdések megválaszolása, a gyorsuló időben erőforrásainkkal,

időnkkel való hatékony gazdálkodás érdekében csak a térinformatikai szegmens szereplőinek együttgondolkodásával indulhat el.

Irodalom

American Society for Photogrammetry and Remote Sensing <http://www.asprs.org>

BALÁZSIK V–CZINKÓCZKY A.–SZABÓ GY (2011): Térbeliség az információs társadalomban, pp: 4-28, in: Agrárinformatikai tanulmányok III., Debrecen, szerk.: Herdon Miklós, pp:168, *BECKER, G S* (1962): Investment in Human Capital: A Theoretical Analysis The Journal of Political Economy, Vol. 70, No. 5, Part 2: Investment in Human Beings, pp. 9-49 The University of Chicago Press

BME GTK (2012): HR jegyzet, Kézirat

DETREKŐI Á.–SZABÓ GY (2002): Térinformatika, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 380.

DIBIASSE D, CORBIN,–T, FOX–T, FRANCICA–J, GREEN–K, JACKSON–J, JFFRES–G, JONES–B, MENNIS–J, SCHUKMAN–K, SMITH C–SICKLE J V (2010): The New Geospatial Technology Competency Model, URISA Journal, Vol. 22, No. 2

DOLETA (2011): Geospatial Technology Competency Model, United States Department of Labor Employment and Training Administration

EU Bizottság (2005): Az Európai Parlament és Tanács ajánlása az élethosszig tartó tanúláshoz szükséges kompetenciákról, Európai Közösségek Bizottsága, Brüsszel

GIS Certification Institute <http://www.gisci.org>

JAKÓ M. (2005): A kompetencia fogalmának értelmezési lehetőségei, www.easylearning.hu

National Council of Examiners for Engineering and Surveying <http://www.ncees.org/>

National Geospatial Technology Center <http://www.geotechcenter.org>

SZABÓ GY. (2010): Virtuális világ és valós tér – Utópiák, realitás, veszélyek, pp:193-206, in: szerk: Talyigás Judit: Az INTERNET a kockázatok és mellékhatások tekintetében, Scholar, Budapest, pp:256

ZINGHEIM P. K.–LEDFOR G. –,SCHUSTER J. R. (1995): Competencies and Competency Models: Soes one Size Fit All?, ACA Journal, Spring 1996, Volume 5 No. 1, pp. 56-65.

Az Országos Környezeti Információs Rendszer (OKIR) talajdegradációs alrendszerének (TDR) kialakítása

Szabó József¹–Pirkó Béla²– Szabóné Kele Gabriella³–Havas Ádám⁴–
Podmaniczky László⁵– Pásztor László⁶–Dombos Miklós⁷–Bakacsi Zsófia⁸–
László Péter⁹–Koós Sándor¹⁰–Laborczy Annamária¹¹–Vass-Meyndt Szilvia¹²

¹ tudományos főmunkatárs, MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet,
szabo.jozsef@agr.ar.mta.hu;

² Talajvédelmi és Agrár-környezetgazdálkodási osztályvezető, Pest Megyei Kormányhivatal
Növény- és Talajvédelmi Igazgatósága, pirkob@mgszh.gov.hu;

³ igazgatóhelyettes, Fejér Megyei Kormányhivatal Növény-és Talajvédelmi Igazgatósága,
szabonega@nebih.gov.hu;

⁴ ügyvezető igazgató, Helion Kft., havas@helion.hu;

⁵ egyetemi docens, tanszékvezető, Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,
Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet, Környezetgazdaságtani Tanszék,
podmaniczky.laszlo@kti.szie.hu;

⁶ tudományos főmunkatárs, MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet,
pasztor.laszlo@agr.ar.mta.hu;

⁷ tudományos főmunkatárs, MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet,
dombos.miklos@agr.ar.mta.hu;

⁸ tudományos főmunkatárs, MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet,
bakacsi.zsofia@agr.ar.mta.hu;

⁹ tudományos munkatárs, MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet,
laszlo.peter@agr.ar.mta.hu;

¹⁰ tudományos segédmunkatárs, MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai
Intézet, koos.sandor@agr.ar.mta.hu;

¹¹ tudományos segédmunkatárs, MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai
Intézet, laborczy.annamaria@agr.ar.mta.hu;

¹² intézeti mérnök, MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet,
vass-meyndt.szilvia@agr.ar.mta.hu;

Abstract: Regular data collection on the state of agricultural soils has not been in operation in Hungary for more than two decades. The soil fertility monitoring system (AIIR), which was started in 1978 stopped before completing the third phase in the late '80s. In the meantime, mainly due to the Hungarian Soil Strategy and the planned Soil Framework Directive, the demand for the information on state of Hungarian soils and the monitor the harmful changes in their conditions and functioning has greatly increased. In 2010 the establishment of a new national soil monitoring system was supported by the Environment and Energy Operational Programme for Informatics Development. The aim of the project is to collect, manage, analyse and publish soil data related to the state of soils and the environmental stresses attributed to the pressures due to agriculture; setting up an appropriate information system in order to fulfil the directives of the Thematic Strategy for Soil Protection. Further objective is the web-based publication of soil data as well as information to support the related public service mission and to inform publicity. The developed information system will operate as the Soil Degradation Subsystem of the National Environmental Information System being compatible with its other elements. A suitable representative sampling method was elaborated. The representativity is meant for soil associations, landuse, agricultural practices and typical degradation processes. Soil data are collected on county levels led by regional representatives but altogether will be representative for the whole territory of Hungary.

Bevezetés

A talaj az atmoszféra, a hidroszféra, a litoszféra és a bioszféra kölcsönhatásainak közege. A talajnak, mint környezeti elemnek a különböző, döntően határfelületi helyzetéből adódó funkciói az élet fennmaradásában és az élhető környezet megőrzésében játszott szerepét írják le különböző aspektusokból. Az átalakítást, tárolást, szűrést, tompítást, táplálást, megőrzést etc., végző funkciók kiterjednek számos anyag (tápanyag, víz, gáz) és energia forgalmi folyamatra (BLUM W.E.H. 2005; VÁRALLYAY GY. 1997). A talajok egyes funkciói azonban természeti, illetve antropogén okokból gyakran sérülnek, a talajok különböző degradációs folyamatok következtében leromlanak. A leginkább meghatározó talajdegradációs problémák az erózióval, a szervesanyag-csökkenéssel, a helyi és a diffúz szennyeződéssel, a talajfedéssel, a tömörödéssel, a biológiai sokféleség csökkenésével, a szikesedéssel, a savanyodással, az extrém hidrológiai eseményekkel, illetve a tápanyagforgalommal kapcsolatosak. A talajdegradáció azonban nem elkerülhetetlen és főképp nem kivédhetetlen következménye a mezőgazdasági termelésnek, valamint az általános társadalmi fejlődésnek. A folyamatok és kedvezőtlen következményeik többnyire megelőzhetők, megszüntethetők, de legalább bizonyos tűréshatárig mérsékelhetők. Hazánk (NÉMETH T. et al. 2005) az EU Talajvédelmi Stratégiájának (CEC 2002, 2012) keretében veszi fel a harcot a talaj, mint feltételelesen megújuló erőforrás védelmében.

A talajokra vonatkozó információigény igen jelentős és folyamatosan bővül (BULLOCK P. 1999; MERMUT A.R.–ESWARAN H. 2000; TÓTH G. et al. 2008; BAUMGARDNER M.F. 2011). Az információval szembeni aktuális elvárás, hogy az digitálisan és minél szélesebb körben legyen hozzáférhető, ennek köszönhetően vették át a legfőbb talajtani információhordozó szerepét a talajtani adatbázisok és térbeli talajinformációs rendszerek (LAGACHERIE P.–MCBRATNEY A. 2007), amelyek fejlesztésének területén – a korábbi adatgyűjtéseknek köszönhetően – hazánk is élvonalbeli szerepet játszik (PÁSZTOR L. et al. 2012). A jelenleg rendelkezésre álló hazai talajtani adatrendszerek egyike sem alkalmas azonban a talajdegradációs folyamatok országos szintű, minden igényt kielégítő felmérésére és monitorozására. Másrészt az Európai Környezetvédelmi Ügynökség által kidolgozott Hajtóerők–Terhelés–Állapot–Hatás–Válasz (DPSIR; SMEETS E.–WETERINGS R. 1999) keretrendszernek döntően csupán egyetlen elemére, jelesül az állapotra vonatkoztatva szolgáltatnak információt. Következésképpen a magyar Talajvédelmi Stratégia, illetve a tervezett európai Talaj Keretirányelv elvárásainak való megfelelés komoly előkészületeket igényel a környezetvédelmi informatika terén.

Ez indokolta egy, az Országos Környezeti Információs Rendszerhez (OKIR) kapcsolódó, annak részeként funkcionáló talajos alrendszer fejlesztését, mely támogatja a talaj környezeti állapotának nyomon követését; illetve a

DPSIR értékelési módszer szerint történő komplex környezeti elemzések végrehajtását egy, a térképi megjelenítést is lehetővé tevő informatikai rendszer kialakításával. Az OKIR talajdegradációs alrendszer kialakításának célja a mezőgazdasági eredetű környezeti terhelésre, valamint a talajok környezeti állapotára vonatkozó talajvédelmi adatszolgáltatásokhoz szükséges talajtani adatok előállítását lehetővé tevő rendszer és ennek informatikai háttérének kidolgozása. További cél a kapcsolódó állami közfeladatok elvégzésének támogatása és a nyilvánosság tájékoztatása érdekében történő talajtani adat- és információ publikálása. A projekt során informatikai fejlesztést hajtunk végre kialakítva az OKIR-hoz kapcsolódó Talajdegradációs Információs Rendszert (TDR), továbbá alapállapot felvételként aktuális talajtani adatgyűjtést végzünk Magyarország teljes területére vonatkozóan reprezentatív mintavételi elrendezésben.

A projekt felépítése és keretei

Az OKIR TDR kialakítása az alábbi premisszákon nyugszik:

- A mezőgazdálkodás talajdegradációs folyamatokat okoz(hat).
- Az eltérő gazdálkodás különbözően terheli a talajokat.
- A különböző termőhelyeken a terheléseknek mások a degradációs hatásai.

A projekt célkitűzése ezeket a hatásokat degradációs állapot indikátorokkal (pl. nitrogén felhalmozódás a talaj mélyebb rétegeiben; határérték feletti nehézfém megjelenése; gyökérfejlődést gátló tömödöttség stb.) kimutatni, mértékük számszerűsítése, illetve – a szintén aktuális adatgyűjtésen alapuló – terhelési indikátorokkal való összevetése, együttes elemzése.

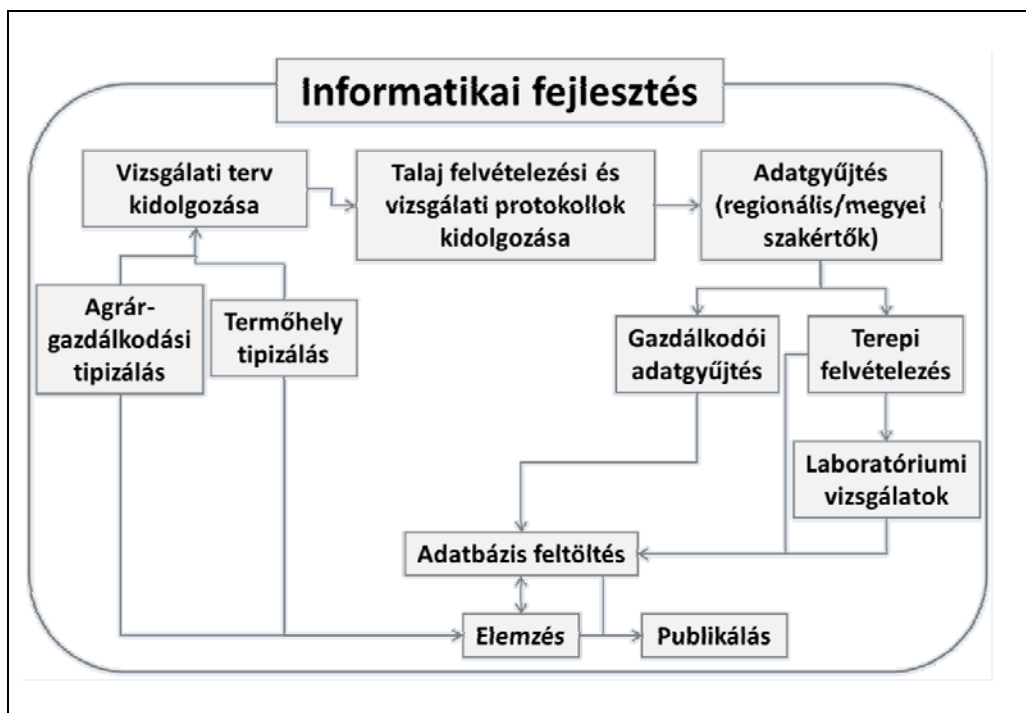
Az MTA TAKI vezeti a projektet, amelynek szereplői a Terradegra konzorcium (SZIE, mint konzorcium vezető, az informatikai fejlesztéseket végző Helion Kft. és az MGSZH), hét régió felelős (a szerzők között is szereplőkön kívül Bialkó Tibor, Mandula Róbert, Podmaniczky Gábor, Tihanyi Klára, Szabó Levente), valamint a megyei szakértők hálózata, továbbá a talajdegradációs protokollok kidolgozói és a mintavétel tervezést segítő statisztikusok.

A projektet támogató pályázati kör jellege folytán alapvetően informatikai fejlesztés történik az OKIR kompatibilitás messzemenő figyelembevételével. Maga az adatgyűjtés ún. adathiány pótlásként szerepel a jelenleg finanszírozott keretben. Csak 2 felvételi (2011. év tavasz és ősz) kampány kivitelezésére volt lehetőség, melyben döntően meglévő eszközökre, módszerekre, illetve korlátozott számú felvételező helyi szakember támaszkodhunk. Nem titkolt cél azonban egy működőképes monitoring keretrendszerének kialakítása, amely megfelelő pénzügyi keretek rendelkezésre állása esetén bármikor operatívvá tehető. A célterületek kiválasztásánál az alábbi kor-

látok mentén kellett terveznünk: 10-20 reprezentatív üzem megyénként; 2–8 tábla üzemenként és 1–3 ún. RPR (öthektáros reprezentatív parcella részlet) táblánként; összesen mintegy 2000 db RPR kijelölésével és felvételezésével számolhattunk.

A projekt eddigi eredményei és jelenlegi állása

Az OKIR TDR fejlesztés számos elkülöníthető, de egymásra épülő és egymással kölcsönhatásban levő munkacsomag keretében történik, melyet egy minden részletre kiterjedő, nagyon precíz és szigorú informatikai fejlesztés fog össze és támogat (1. ábra).



1. ábra A KEOP TDR fejlesztés elemei és azok kapcsolatainak sematikus ábrája

A vizsgálati terv kidolgozása a projekt kereteinek, korlátainak, illetve egy működő monitoring rendszerrel szembeni elvárások optimalizálásával történt, a mintavétel tervezésben gyakorlott matematikai statisztikusok bevonásával. A mintavételi tervben a terhelésre vonatkozó reprezentativitást az agrárgazdaságok, a talajtani adottságokra vonatkozót pedig a termőhelyek tipizálásával vettük figyelembe. Az előbbit a KSH adataira alapoztuk, az utóbbit egy, a szakértők számára biztosított webes térképi szolgáltatással tá-

mogattuk. A végleges mintavételi objektumok (üzem, tábla, RPR) kijelölésénél jelentős szerepet játszott a helyi szakértők tapasztalata és helyismerete.

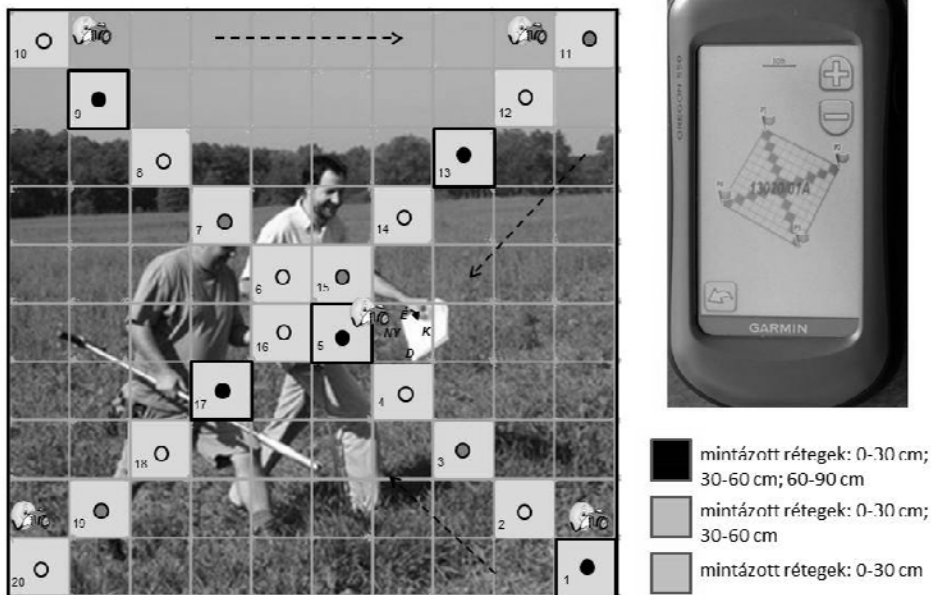
Az OKIR TDR-be bevont talajdegradációs folyamatokkal (biológiai, fizikai, erózió, nitrát, szennyezés, növényvédőszer maradvány, szervesanyag minőségváltozás, szikesedés, savanyodás) kapcsolatos ismereteket azok legjobb hazai szakértői képviselték (a szerzők között is szereplőkön kívül Anton Attila, Centeri Csaba, Gyuricza Csaba, Michéli Erika). A nemzetközi és a korábbi hazai gyakorlatot áttekintve és elemezve, protokollokat dolgoztak ki az egyes degradációs folyamatokat jellemző terhelési és állapotindikátorok meghatározásának módszertanára vonatkozólag. Kiemelt szempont volt a protokollok egymás közötti harmonizálása, összedolgozása és optimalizálása, illetve a beérkezett eredmények alapján elvégezhető elemzések előzetes tervezése.

A következő lépés a reprezentatív üzemek megyei és régiós kvóták szerinti kiválasztása, az üzemeken belüli táblák termőhelyi szempontok szerinti kijelölése, valamint a gazdálkodói adatgyűjtés megkezdése. Mindezen feladatok kivitelezését a vizsgálati tervvel párhuzamosan kidolgozott rendszerterv alapján elvégzett informatikai fejlesztés támogatta.

A terepi mintavételezés támogatására a központi adatbázis és a felvételező kapcsolatát biztosító hardver-szoftver rendszert biztosítottunk a megyei szakértők számára. Ennek központi eleme egy, fényképek készítésére is alkalmas GPS, amely egyben a felvételezés minőségbiztosításában is jelentős szerepet játszik. Az adatbázis és a GPS-ek közötti adatáramlás biztosítására szolgál a terepi, mobil internet kapcsolattal rendelkező számítógépeken futó, a projekt keretei között fejlesztett *Terraszink* adatszinkronizáló program, amely (i) az adatbázisban szereplő földrajzi adatok közül egy felvételezés végrehajtásához szükséges adatokat juttatja el a GPS eszközre; illetve (ii) a felvételezés során a helyszínen készített, *geotag*-gel ellátott fotókat tölti fel a TDR adatbázisba.

A terepi vizsgálatok és mintavétel alapvető geometriai objektuma a reprezentatív parcella részlet (RPR). Az ezekre gyűjtött átlagmintákkal reprezentáljuk az őket tartalmazó táblák talajtani viszonyait. Az RPR egy lehetőség, de nem feltétlenül négyzet alakú, közelítőleg öt hektár területű mintavételi egység, ami mind alakjában, mind pontos méretében rugalmasan idomul a táblához. A terepi vizsgálatok elvégzésének helyszíneit az RPR-en belüli 10x10-es rácsháló celláihoz rendeltük. Az RPR-ket, a táblákhoz, hasonlóan, a megyei szakértők jelölik ki a TDR által biztosított térinformatikai környezetben, az RPR-ek azonban a terepi adottságok függvényében a helyszínen is módosíthatók. Az RPR-en belüli rács az RPR GPS-re történő letöltése során automatikusan generálódik (2. ábra).

RPR: Ötkeztáros Reprezentatív Parcella Részlet



2. ábra Az őszi felvételezés nitrát protokollja szerinti átlag mintavétel tervezési RPR-je, illetve a GPS-re letöltött verzió

A vizsgálatokat egy tavaszi és őszi felvételezésre bontottuk szét. Ezt az elvégzendő feladatok nagysága és eszközrendszerének racionalizálása, valamint az egyes vizsgálatok kivitelezhetőségét befolyásoló agronómiai peremfeltételek egyaránt indokolták. A terepi munka során készült jegyzőkönyvek adatait maguk a felvételezők vitték be folyamatosan a központi adatbázisba. A gyűjtött minták laboratóriumi méréseinek eredményei, ezek időigényessége miatt természetesen lassabban gyűlnek, de a feldolgozással párhuzamosan, egy speciálisan kialakított interfészen keresztül közvetlenül a laborból töltődnek az adatbázisba. További jelentős adatmennyiség keletkezik a részletes gazdálkodói adatgyűjtésből, amelyet a gazdálkodás környezeti terhelésének indikálására dolgoztunk ki.

Összességében 294 mezőgazdasági üzem 1.888 táblájának 2.030 RPR-jén elvégzett 2.227 felvételezés során 9.541 vizsgálat történt, melynek során 6.935 minta és 28.075 fénykép született. Az összes felvett üzemi táblák száma 4.529, melyek összterülete mintegy 250.000 hektár. 2012. március végére a 294 üzemből 184 esetén zárult le a gazdálkodói adatgyűjtés. A projekt jelen állásánál az adatbázis feltöltöttsége közelítőleg 60%-os. A 3. ábra az adatbázis felület néhány elemét villantja fel. A két hátralevő munkaelem

az elemzések kidolgozása és formalizálása, valamint az adatpublikálás kere-
teinek véglegesítése.

The screenshot displays the terradegra web application interface. At the top, navigation tabs include 'Adatfeldolgozás', 'Bongészés', 'Adminisztráció', 'Céltérületek', and 'Tájékoztató'. The main area is divided into several sections:

- Map View:** A satellite map showing a rural area with several rectangular plots outlined in white. A search bar at the top left contains 'TDR régió' and 'Kérőse van?'. Below the map, there is a detailed view of a specific plot.
- Data Entry Form:** A form titled 'KÜLÖNSÉGTÉR TDR KÉZELÉS' with various input fields and radio buttons for selecting crop types and treatments. It includes a list of crops like 'Rizsgazépjáró', 'Fűfű', 'Élelmiszer', etc., and a section for 'Tábla kezelése' with fields for 'Tábla neve', 'Tábla típusa', and 'Tábla mérete'.
- Data Table:** A table at the bottom showing a list of plots with columns for 'Minta azonosító', 'Yonahid azonosító', 'Uzom', 'Tábla neve', 'Uzompisz', 'Felhasznált műtrágya fajlagos mennyisége', 'Nóvényvédőszerrel kezett terület aránya', 'Felhasznált szerves trágya mennyisége', 'Szárazított növénytermelés?', 'Szerves trágya használat?', 'Vízgyűjtő kapcsolódás?', 'Egyéb trágya kapcsolódás?', 'Műtrágya-gazdálkodás?', 'Uzomterület gazdálkodás?', 'V1 - Szervesanyag nem legelő területként?', 'V2 - Élelmiszer legelő területként?', 'B1 - Birtok minőségét nem legelő területként?', and 'B2 - Birtok minőségét legelő területként?'. The table contains multiple rows of data for different plots.

3. ábra Az adatbázis felület néhány nézete (adatbevitel, böngészés, lekérdezés; fel-
vett táblák és RPR-ek, felvételezési fényképek, gazdálkodói adatok)

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a Környezet és Energia Operatív Program, "Az Országos Környezeti Információs Rendszer (OKIR) talajdegradációs alrendszerének (TDR) kialakítása" (KEOP-6.3.0/2F/09-2009-0006) projekt támogatásával végeztük.

Irodalom

- BAUMGARDNER, M.F.* (2011): Soil Databases. In P.M. HUANG, Y. LI & M.E. SUMNER (Eds.): Handbook of Soil Sciences: Resource Management and Environmental Impacts (27-1–33-7). Boca Raton: CRC Press.
- BLUM, W.E.H.* (2005): Functions of Soil for Society and the Environment. Reviews in Environmental Science and Biotechnology, 4, pp. 75-79.
- BULLOCK, P.* (1999): Soil Resources of Europe – An Overview. In P. Bullock, R.J.A. Jones & L. Montanarella (Eds.) *Soil Resources of Europe* (European Soil Bureau Research Report 6). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- CEC* (2002): Towards a Thematic Strategy for Soil Protection. Brussels, COM(2002) 179 Final.
- CEC* (2012): The implementation of the Soil Thematic Strategy and ongoing activities. Brussels, COM(2012) 46 Final.
- LAGACHERIE, P.–MCBRATNEY, A.* (2007): Spatial soil information systems and spatial soil inference systems: perspectives for digital soil mapping. In P. Lagacherie, A. McBratney, M. Voltz (Eds.) *Digital soil mapping: an introductory perspective*. Elsevier, 3-22.
- MERMUT, A.R.–H. ESWARAN* (2000): Some major developments in soil science since the mid-1960s. *Geoderma*, 100, pp. 403–426.
- NÉMETH T.–STEFANOVITS P.–VÁRALLYAY GY.* (2005): Országos Talajvédelmi Stratégia tudományos háttere. Tájékoztató: Talajvédelem. Budapest: Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium.
- PÁSZTOR L.–SZABÓ J.–BAKACSI ZS.–LABORCZI A.* (2012): Elaboration and applications of Spatial Soil Information Systems and Digital Soil Mapping at RISSAC HAS. Geocarto International. (in press).
- SMEETS, E. – R. WETERINGS* (Eds.) (1999): Environmental indicators: typology and overview. In EEA Technical report 25, p. 19.
- TÓTH G.–L. MONTANARELLA–V. STOLBOVOY–F. MÁTÉ–K. BÓDIS–A. JONES–P. PANAGOS–M. VAN LIEDEKERKE* (2008): *Soils of the European Union*. EUR 23439 EN, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 85.
- VÁRALLYAY GY.* (2009): A talaj funkciói. *Magyar Tudomány*, 42(12) pp. 1414–1430.

Tájmetriai mutatók és foltalak

Szabó Szilárd

egyetemi docens, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Debreceni Egyetem,
szabo.szilard@science.unideb.hu

Bevezetés

A tájökológiai folyamatok vizsgálatának alapját a szigetbiogeográfiai megfigyelések tájban történő alkalmazása adja. A tájban a tengeri szigeteket élőhelyfoltok képviselik, a vízfelületet pedig a foltok közötti tér, a mátrix adja. Ezt a kapcsolatrendszert sokféle szempontból meg lehet vizsgálni (pl. foltkonnectivitás, mátrixhatás, stb.), ebben a kutatásban azonban csak a foltalakra vonatkozó, kifejezetten tájmetriai vonatkozású sajátosságokkal foglalkoztam. Az élőhelyfoltok alakja befolyásolja a fajstruktúrát és a fajgazdagságot a belső magterületek nagyságán, illetve a szegélyek hosszán, szélességén keresztül. Céлом az volt, hogy rávilágítsak arra, hogy melyek a legjobb alakmutatók a tájmetriában. Az egyes indexeket (kerület, terület, kerület/terület, Radius of Gyration, Fractal Dimension, Related Circumscribing Circle, Contiguity Index, Shape Index) több szempont alapján értékeltem: értékét befolyásolja-e a folt mérete; befolyásolja-e a pixelszám; befolyásolja-e a folt irányultsága (vagyis ugyanaz a folt más helyzetben ugyanazt az értéket kapja-e); nem korrelál más index-szel; csak egyetlen formára igaz. Mindezt kilenc féle alakzattal vizsgáltam meg, melyek közül 5 szabályos geometriai forma volt (kör, háromszög, négyzet [kétféle helyzetben], téglalap), a többi szabálytalan, a természetben gyakrabban előforduló forma. A foltokat ArcGIS9-ben állítottam elő, a tájmetriai feldolgozást a raszteres Fragstats 3.3 szoftverrel, a statisztikai kiértékelést pedig SPSS-ben végeztem.

A raszteres megközelítés miatt nagy hiba terhelt a kerület értékét. Ennek oka az, hogy a vektorosan még egyenes vonalakat a raszteres adattárolás során meghatározott felbontással kell tárolni, aminek közvetlen hatása lesz a vonal hosszára: ami eddig egy vonalszakasz volt, innentől egy négyzet 2 oldalává válik, azaz hosszabb lesz. Így minden olyan index, ami képletében felhasználja a kerületet, torzítani fogja az eredményeket. A foltok mérete több index értékét befolyásolta (kerület, kerület/terület, Radius of Gyration). Ez azt jelenti, hogy ugyanaz a folt más méretben eltérő értéket kap, ami nehezíti a kiértékelést. A könnyen kiszámítható, gyakran használt kerület/terület arány például éppen ilyen mutató, amire oda kell figyelni. A folt térbeli irányultsága a kerület, kerület/terület, Shape Index értékeit befolyásolta. Az átlagos eltérés 6% körüli, azonban a foltokat egyedileg vizsgálva komolyabb (15–20%-os) különbségek is megfigyelhetők. A felbontás a Contiguity Index

értékét befolyásolta legjobban, az 1 és 5 méteres felbontások közötti különbség szignifikáns. Az értékek egyedisége, vagyis az, hogy adott érték csak egy foltalakra igaz tovább árnyalja a képet: egyedül a Related Circumscribing Circle index értékére igaz, hogy egyértelműen azonosít egy-egy foltalakat. Az egyes indexek jól korrelálnak egymással, ami alapján arra a téves következtetésre juthatunk, hogy mindegy melyiket használjuk, de épp a fenti vizsgálatok mutatnak rá arra, hogy bár elvben ugyanazt mutatják, vannak, amik használata jelentős hibalehetőségeket hordoz magában.

E munkával arra szerettem volna felhívni a figyelmet, hogy a tájmetriai indexek – főként a rászteres feldolgozás miatt – torzíthatják az eredményeket, így a levont következtetések tévesek lehetnek. Vizsgálatomban a legjobb, a körülményekre legkevésbé érzékeny index a folt köré húzható legkisebb sugarú kör (Related Circumscribing Circle) volt, melynek értékei egyben foltonként egyediek is voltak..

Munkámat a Bólyai János Kutatási Ösztöndíj és a TÁMOP-4.2.2.B-10/1 pályázat támogatta.

A térinformatika szerepe a katonai Geoinformációs támogatás rendszerében

Szilágyi Gábor¹

¹ tanári munkakörben foglalkoztatott gyakorlati oktató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztviselői Kar Katonai Vezetőképző Intézet Műveleti Támogató Tanszék Katonaföldrajzi és Tereptan Szakcsoport, szilagyi.gabor@uni-nke.hu;

Abstract: The GIS is a significantly growing important factor of the military geospatial support. Military operation planning always requires accurate and up to date environmental information. The GIS makes the possibility to create special military applications and also provides solutions for different branches.

Bevezetés

A térinformatika, mint eszköz alkalmazása egyre jelentősebb szerephez jut a katonai felhasználás terén. Ma már a fejlett és egyre fejlődő hardveres és szoftveres adottságok lehetővé teszik, hogy ne csak, mint kinyomtatható térkép tekintsünk a digitális adatbázisokra, hanem a céljainknak megfelelően dinamikusan kezeljük azokat. Lehetőségünk van többek között arra, hogy az igényeinknek megfelelő tematikus térképeket elkészítsük, azokon műveleti tervezést hajtsunk végre, sőt a rendszerek integrálásával katonai feladatokat és műveleteket modellezzünk. Ezek segítségével a döntés előkészítés ideje jelentősen rövidülhet, illetve a végeredmény prognosztizálhatóvá válik.

A térinformatika alkalmazása egyre szélesebb körű, de néhány hátránya egyelőre nem teszi lehetővé, hogy a papíralapú térképészeti anyagokat teljes mértékben kiváltsa.

Cikkemben arra kívánok rámutatni, hogy a Magyar Honvédség geoinformációs támogatási rendszerében milyen szerepet tölt be jelenleg a geoinformatika, illetve, hogy milyen módon tudja a speciális katonai igényeket kielégíteni.

Geoinformációs támogatás és geoinformatika

A NATO, mint katonai szövetség részletesen szabályozza a geoinformációs, meteorológiai és óceánográfiai (Geo/METOC) támogatás körét, melynek feladata a katonai szervezetek ilyen jellegű környezeti információkkal való ellátása. A hadműveletek tervezéséhez és vezetéséhez mindenkor pontos, megbízható és aktuális információkra van szükség.

A Magyar Honvédség viszonylatában ezt a támogatási rendszert sajátosan kell értelmezni, mivel az ország kontinens belsejében fekszik, sem ten-

geri felségvizekkel, sem tengerparti területekkel nem rendelkezik. Ennek megfelelően az óceanográfiai támogatás biztosítása az ország esetében csak áttételesen játszik szerepet, a geoinformációs és a meteorológiai támogatás pedig tartalmilag és megnevezésében az előbbi terminológiában vonódik össze. A geoinformációs támogatás alapjait és rendszerét a Magyar Honvédség Geoinformációs Támogatási Doktrínájának tervezete fekteti le, de jelenleg még elődje a Térképészeti és Katonaföldrajzi Doktrína van érvényben. Előbbi meghatározásában a geoinformációs támogatás szűkebb értelemben a katonai szervezetek feladatainak végrehajtásához szükséges térképészeti, katonaföldrajzi valamint meteorológiai adatok és anyagok előállítását és szolgáltatását jelenti, valamint minden olyan tevékenységet, amely ezekhez szükséges. Továbbá mindenképpen fontos tényező a rendelkezésre álló anyagok használatára történő felkészítés is.

A térinformatika illetve geoinformatika konkrétan nem képezi a geoinformációs támogatás részét, viszont a támogatási rendszerben mind az adatokkal, mind a kész térképművekkel való ellátás fontos eszköze.

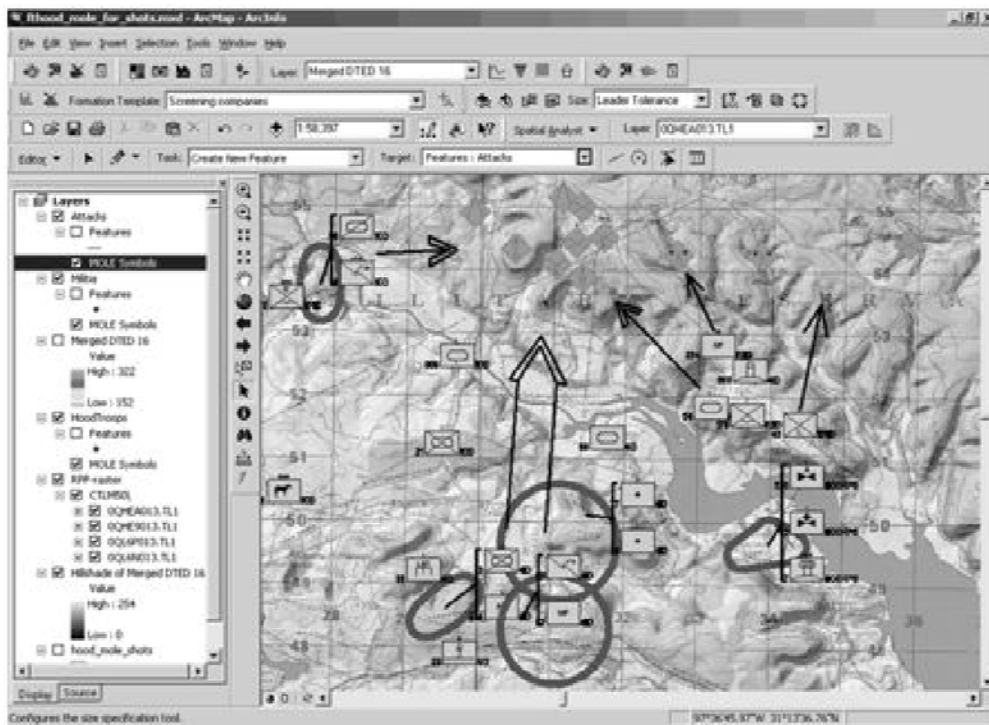
Stratégiai szinten ezt mi sem bizonyítja jobban, minthogy 2000-ben a papíralapú katonai térképek hagyományos technikára épülő előállítása megszűnt és helyét átvették a modern térinformatikai és fotogrammetriai módszerek. Ezen eljárások használatával a térképek előállítása gyorsabb, könnyebben aktualizálhatók és az igényektől függően akár csak digitális formában is elegendő a felhasználókhöz való eljuttatásuk.

Egy szinttel lejjebb lépve, azaz a felhasználói oldalon a geoinformatika alkalmazása a papíralapú térképek háttérbe szorulását jelenti, habár az ellátásban ezek jelenleg is szerepelnek. Természetesen a hagyományos térképek alkalmazása sokszor célravezetőbb és logikusabb is, hiszen bizonyos feladatok végrehajtására alkalmasabbak, továbbá használatukhoz nem szükségesek értékes és szakértelmet igénylő hardver és szoftvereszközök.

A geoinformatika általános katonai alkalmazása a gyakorlatban

A digitális adatbázisok és térképek alkalmazására terepértékelő munkaállomások működnek meghatározott katonai alakulatoknál. Ezen eszközök a futtatott ArcGIS 9.1.3. szoftver révén alkalmasak a honvédségi ellátásban lévő digitális térképek kezelésére és a megfelelő katonai felhasználásra kifejlesztett modulok segítségével a speciális katonai igények kielégítésére. Utóbbi igények alapvetően adott területről, konkrét feladat végrehajtásához szükséges tematikus térképek készítését jelentik és a meglévő digitális térképszelvényeket használják alapként. Az említett modulok közül elsősorban a MOLE (Military Overlay Editor) és a Military Analyst érdemel figyelmet. A MOLE egy katonai fedvényszerkesztő és lehetőséget biztosít mind az amerikai, mind a NATO szabványos egyezményes katonai jelek felvitelére, tovább-

bá harcászati grafikák létrehozására (1. ábra). A Military Analyst elsősorban katonai célú elemzések, tervezések és terepértékelések könnyű és gyors kivitelezésében nyújt segítséget. Igény esetén az így elkészített specifikus térképművek a terepértékelő munkaállomásokkal együtt telepített plotterek segítségével kinyomtathatóak.



1. ábra Military Overlay Editor (MOLE,) forrás: <http://www.esri.com>

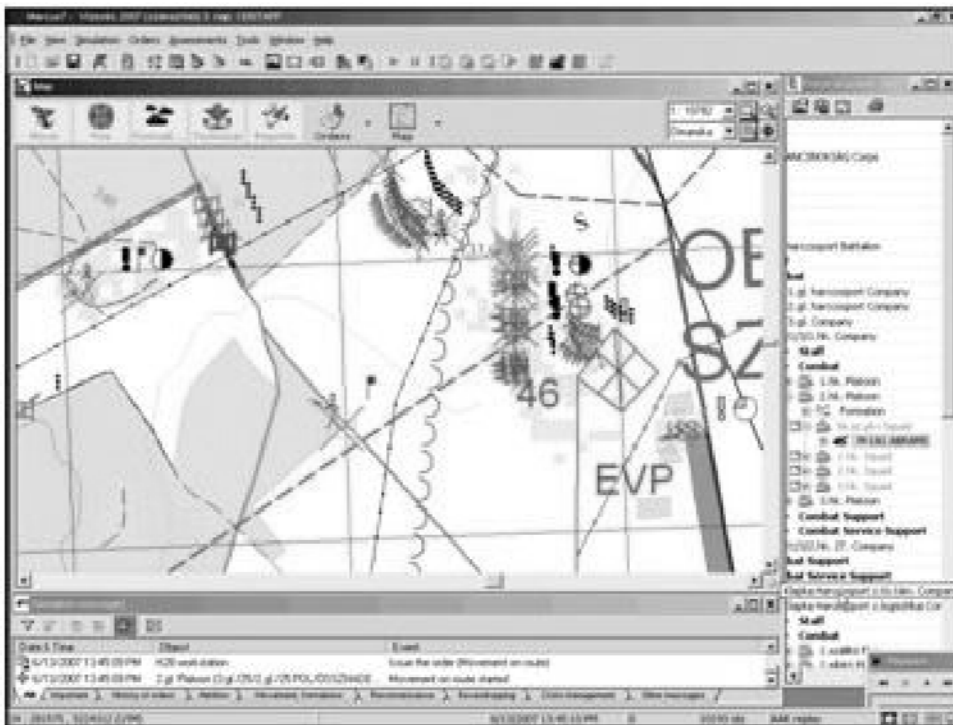
Magyarország és a Magyar Honvédség nemzetközi szerepvállalásának keretében külföldön a NATO illetve az Európai Unió irányította missziókban magyar katonai térképészek is ellátnak geoinformációs, azon belül geoinformatikai szakfeladatokat. Jelenleg ilyen missziós terület Afganisztán és Libanon.

A geoinformatika a fentebb említetteken túl a különböző katonai fegyvernemek és szakcsapatok kiszolgálásában is fontos szerepet játszik. A célok és megoldandó feladatok erősen diverzifikáltak, ennek megfelelően minden egyes területre testreszabott megoldásokat kell biztosítani. A különböző alkalmazások esetében mindenképpen megemlítendő, hogy az alapadatok és a felhasznált digitális térképek azonosak, de az elérhető funkciók és lehetőségek a fegyvernemek, szakcsapatok egyedi igényeinek kielégítésére fejlesztették ki.

Ezek közül néhány a teljesség igénye nélkül:

A MARCUS széleskörű harci szimulációkat tesz lehetővé különböző katonai egységek szintjén, mind a parancsnokok, mind a beosztottak részére. Az alkalmazás arra is lehetőséget nyújt, hogy a műveletek tervezését, végrehajtását és eredményét modellezzük, valamint a feladatok felügyeletét és irányítását elvégezzük. A műveleti területek kiterjedése a végrehajtó egységek méretéhez igazítható (2. ábra).

A Harcászati–Hadműveleti Vezetési és Irányítási Rendszer (TOPCCIS) műveleti-harcászati vezetést és tervezést támogató információs rendszer, melynek alpprogramjaként az ArcGIS, adatbázisaként pedig a honvédségi ellátásban lévő vektoros és raszteres adatbázisok szolgálnak.



2. ábra MARCUS, forrás: <http://www.artifex.hu>

Digitális alapanyagok és adatbázisok

Általánosságban véve kijelenthető, hogy rendelkezésre álló térinformatikai alapanyagok tekintetében a Magyar Honvédség a civil felhasználóhoz képest több és jobb adatbázisokkal rendelkezik. A következőkben röviden tekintünk át ezeket a térképészeti szakanyagokat.

Digitális térképek tekintetében az ellátásban szerepelnek az egész ország területét, illetve egyes esetekben az országhatáron kívüli szűk környezetet lefedő raszteres, Digitális Térképészeti Adatbázisok. Ezek a méretarányok széles spektrumát lefedik, indulva az 1:25 000-től egészen az 1:500 000-ig. Bizonyos honvédségi területekről, legfőképpen gyakorlóterekről 1:10.000-hez méretarányú raszteres adatbázisok készültek. Vektoros adatbázisok közül az 1:50 000-hez és az 1:200 000-hez méretarányú áll rendelkezésre. Mindenképpen említést kell tennünk a nagyon értékes 50x50 és 10x10 méter rácssűrűségű digitális domborzatmodellekről is.

A Magyar Honvédség digitális térképekkel való ellátását a Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat a végzi szoros együttműködésben a HM Térképészeti Közhasznú Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társasággal, amely a digitális térképészeti adatbázisokat előállítja.

A Magyar Honvédség állományának térinformatikai felkészítése

A magyar katonai felsőoktatásban több mint húsz éve indult a földmérő térképészek képzése. A hallgatók már akkor a kor technikai színvonalának megfelelő térinformatikai oktatásban részesültek, azóta pedig a katonai alkalmazásokat szem előtt tartva az ilyen jellegű oktatás követi a modern elvárásokat.

A korábbi Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem a Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálatával együttműködve 10 éve kezdte meg a két-szintű és egymásra épülő felkészítést nyújtó térinformatikai tanfolyamok szervezését. A tanfolyamok célja, hogy a beiskolázott térképészeti szakszemélyzet gyakorlati ismereteit megalapozza és bővítsé, illetve felhasználói igényt teremtsen a modern eljárások alkalmazására. A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem megszűnésével jogutódja, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kara folytatja ezt a tevékenységet.

Következtetések

Összegezve a leírtakat a térinformatika egyre jelentősebb eszköze a katonai geoinformációs támogatásnak. Ez a szerep az idő előrehaladtával minden bizonnyal még inkább ki fog teljesedni, a katonai felhasználás igényeit folyamatosan fejlődve képes lesz kielégíteni. A Magyar Honvédség viszonylatában ehhez az alapok jórészt adottak, hiszen széleskörű és esetenként unikális adatbázisok állnak rendelkezésre. Ezen túl az egyedi alkalmazásfejlesztésekben a szoftverképzőkkel történő együttműködés lehetőséget fog biztosítani arra is, hogy a speciális igények kielégítésére egyre jobb rendszerek szülessenek.

Irodalom

- MAGYAR HONVÉDSÉG* (2007): Magyar Honvédség Összhaderőnemi Doktrína 2. kiadás (Ált/27), Magyar Honvédség, Budapest, pp. 153–154.
- MAGYAR HONVÉDSÉG GEOINFORMÁCIÓS SZOLGÁLAT* (2009): Magyar Honvédség Geoinformációs Doktrína (tervezet), Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat, Budapest, pp. 6–10.
- NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION* (2006): NATO Geospatial Policy (MC 296/1), North Atlantic Military Comitee, Brüsszel, pp. 7–10.

Az ipar által okozott tájhasználati konfliktusok és az ipari tájterhelés bemutatása térinformatikai módszerekkel

Tamás László¹

¹ Geográfus hallgató, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék, lacku88@gmail.com

Abstract: Mapping and analyzing the probable land use conflicts and degraded areas are pressing challenge of the Hungarian geography and other sciences dealing with landscape. The Danube runs across such areas and settlements which are highly influenced by industry and so environmentally polluted. On these areas the reasonable and sustainable landscape management would be especially important while further development of industry would result irreversible and harmful effects. The aim of this research is that these problems can be explored with the GIS.

Bevezetés

A tájhasználati konfliktusok feltárása és vizsgálata a geográfia egyik jelentős kihívása. Jelen munka célja, hogy ezeket a kérdéseket térinformatikai alkalmazások segítségével tárja fel. A vizsgált terület a Duna-völgy magyarországi szakasza, ahol az ipari tevékenység erősen koncentrált, ezért alkalmas az antropogén terhelések bemutatására.

A vizsgálati módszerek közül a konfliktus területek meghatározása és a tájterheltségi mutató kidolgozása fontos eredményei a munkának. A tájterheltségi mutatóval lehetőség van az ipari hatások területi vonatkozásainak megragadására. Az ipari hatások és az érzékeny tájak területének ütköztetésével határozhatók meg az ipar által generált tájhasználati konfliktusok.

Fogalmi keretek

Az antropogén okokra visszavezethető tájterhelés általános megfogalmazásban így szól: „A tájra gyakorolt természeti és antropogén hatások, amelyek tulajdonságainak romlásához vezetnek.” (CSEMEZ A. 1996) Az ipar szemszögéből nézve ez nagyon sokrétű és tág meghatározás, amely felölelheti a környezetterhelés szinte minden ágát, a tájképi hatásokat, vagy a természeti értékekkel szembeni negatív változásokat, és még sorolhatnánk.

A tájterhelés, tájterheltség gyakorlati meghatározására hazai, és nemzetközi viszonylatban is csekély irodalom áll rendelkezésre. A legtöbb munka egy tájalkotó elem, például levegő, vagy talaj terhelését vizsgálja egy meghatározott társadalmi hatás (pl. kéndioxid szennyezés) tükrében, meglehetősen kis területegységen (KERÉNYI A. 2007). A környezetéből kiragadott, tájat felépítő elemek önálló, magukban történő vizsgálata nem ad képet a tájak működésének komplexitásáról.

Az alkalmazott eljárások közül a területrendezési tervekhez kidolgozott tájterhelhetőség vizsgálatok módszertana (CSIMA P. – GÖNCZ A. 2003) a gyakorlatban is könnyen hasznosítható. Ez a módszer lehetővé teszi a társadalmi hatások közül a vonalas, pontszerű és foltszerű kiterjedésű tájalkotó elemek terheléseinek területi szinten történő meghatározását. Előnye, hogy a társadalmi hatásokat komplex módon összegzi, továbbá különböző súlyokkal lehet ellátni a fontosnak ítélt területhasználatokat. Hátránya, hogy nehezen alkalmazható a tájfoltok szintjén, vagy egy bizonyos területhasználat esetében, a jelen kutatás keretei között viszont ez a fontos.

A tájhasználati konfliktusok vizsgálatára kevés példa akad, hazai keretek között is csak az elméleti háttér, ami feltárt. A tájhasználati konfliktus akkor áll elő, amikor a táj potenciális értékeit lerontó tevékenység kerül előtérbe (valamilyen túlzott terhelés lép fel) az optimális hasznosítással szemben (CSEMEZ A. 1996), akár a védendő természetes, természet-közelbeli értékek is veszélybe kerülhetnek. A vizes élőhelyek és a szántóföldi gazdálkodás közötti tájhasználati konfliktusok meghatározására konkrét munka (DÓKA R. 2006) is született, amely szintén közvetlen kapcsolatot tár fel a két területhasználat között. Abban tehát megegyezik a kutatók véleménye, hogy akkor alakul ki egy tájhasználati konfliktus, ha a területhasználat az optimálistól eltérő. Az iparra viszont nehezebben vonatkoztatható, hogy mikor számít optimálisnak, ezért most más megközelítést kell alkalmazni.

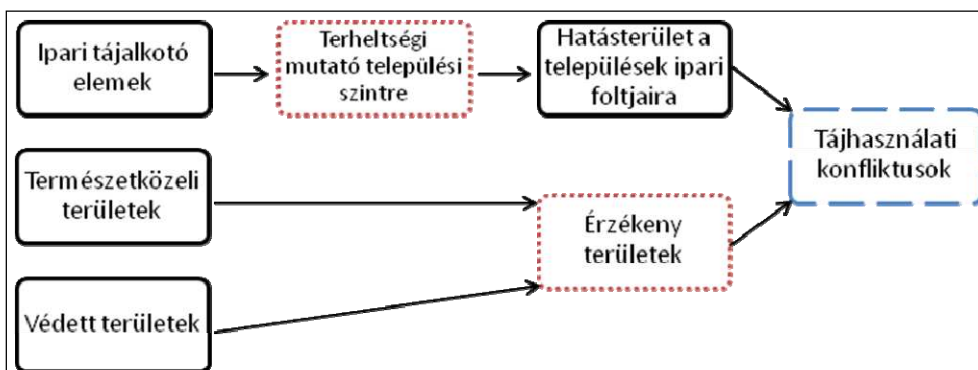
Módszertan

A vizsgált terület a Duna-völgy magyarországi szakaszát fedi le, amelyet legegyszerűbben a folyóval érintkező települések közigazgatási határaitól lehet meghatározni. Budapest területe nem része a vizsgálatnak, ugyanis az ipar által keltett hatások a főváros esetében nem különülnek el olyan egyértelműen a többi társadalmi hatástól, mint a Duna-völgy többi településén.

Az ipar az a társadalmi tevékenység, amely degradálja a tájat; az optimális hasznosítást szűkebb értelemben véve a természetes, érzékeny területek fogják képezni, ugyanis ezek a leginkább háborítatlan tájrészletek, amelyek árulkodnak az ipar előtti időkről. A két területhasználat közötti földrajzi közelséget alapul véve az ipari eredetű tájhasználati konfliktusok a terhelések mértékétől függő hatásterülettel jellemezhetők, és az érzékeny természeti területeken jelennek meg. Tehát a tájkonfliktus módszer jelen esetben azoknak az érzékeny területeknek a leválogatását jelenti, amelyek valamely ipari tájalkotó elem által zavartak, és földrajzi kapcsolatban állnak.

Az alábbiakban tárgyalandó módszerek és fázisok önállóan is alkalmazhatók, de egymásra épülve alakítható ki a tájhasználati konfliktusok köre. Két részfolyamat (piros, pontozott vonallal az 1. ábrán) önállóan is felhasználható a tájtervezésnél, területi tervezésnél, azonban a tájhasználati konfliktus-

tusok (kék, szaggatott vonal) meghatározása jelen munka szempontjából a legfontosabb eredmény.



1. ábra a munkafolyamatok egymásra épülése. (Saját szerkesztésű ábra.)

Első lépés az ipari tájalkotó elemek összegyűjtése volt egy komplex alapadatbázisba foglalva, amelyben fontos szempontként szerepelt a foltszerű és vonalas tájelemek vizsgálata. Több adatforrás is felhasználásra került: CORINE (CLC 50) Felszínborítási Adatbázis (FÖMI), Google Earth program (nyílt forráskódú), Országos Területrendezési Terv mellékletei (VÁTI-TEIR).

Annak érdekében, hogy a kutatás naprakész legyen, a FÖMI által készített 1:50000 méretarányú CORINE Land Cover felszínborítási adatbázist frissíteni és pontosítani volt szükséges. Mivel a CORINE adatbázis nem különíti el az ipari és a kereskedelmi létesítményeket, az ipari tájfoltok határainak pontosítása a Google Earth programmal történt.

Az érzékeny területek meghatározásához elsőként a törvényileg és a rendeletileg védett területek uniója került lehatárolásra az ArcGIS program segítségével. Ez a Natura2000-es és az egyedi jogszabállyal védett természeti területek, valamint a vízminőség-védelmi területek egyesítését jelentette. (Előbbiek a TIR rendszerben érhetők el, utóbbit a VÁTI térinformatikai adatai szolgáltatták.) Az uniónak a természetközeli tájrészletekkel (CORINE adatbázisból az erdők, gyepek, élővizek.) való közös metszete adja az érzékeny területeket. Erre azért van szükség, hogy azokat a területeket lehessen szembeállítani az ipari területekkel, amelyek (erdők, gyepek, vagy élővizek) természetes élőhelyek és védett területek is egyben.

A következő lépés a tájat ért terhelések és a komplex tájterheltségi mutató meghatározása. A terhelések számszerűsíthetők az alapján, hogy milyen tevékenységhez köthetők, illetve milyen helyzeti energiákkal rendelkeznek. Az így előállított mutató 18 komponensből áll, hogy több oldalról megközelíthető legyen a tájak ipari eredetű terhelése. A következő táblázat (1. táblázat) tartalmazza a mutató összetevőit.

1. táblázat Az ipari funkcióterek tájterheltségi mutatójának pontrendszere
(Saját készítés és gyűjtés.)

Ipari tulajdonságok: 0-1 pontig	
1.	Ipari tájfoltok száma,
2.	ipari tájfoltok területe,
3.	mesterséges tavak száma,
4.	mesterséges tavak területe,
5.	szélerőművek száma,
6.	szénhidrogén vezetékek hossza,
7.	villamos távvezetékek hossza,
8.	felhasznált ipari víz mennyisége,
9.	településperemi ipari foltok,
10.	külterületi ipari foltok,
11.	védett területekkel érintkező ipari foltok száma,
12.	természetközeli területekkel érintkező ipari foltok száma,
13.	élővízzel érintkező ipari foltok száma,
14.	PRTR üzemek száma,
15.	Seveso üzemek száma,
16.	bányák ásványipari üzemek száma,
17.	energetikai üzemek és kohók száma,
18.	vegyipari üzemek száma
Településenként.	

Mivel bizonyos terhelő tulajdonságok csak települési szintre érhetőek el (pl. veszélyes üzemek száma, PRTR üzemek száma, ipari-víz felhasználás), a vizsgálatban minden feltérképezett ipari folt egy logikai csoportot képez településenként, és ehhez a csoporthoz kerül majd hozzárendelésre a komplex tájterheltségi mutató. A mutató tehát településenként került kiszámításra, de ez mit sem von le alkalmazhatóságából, hisz regionális léptékű munkáról van szó.

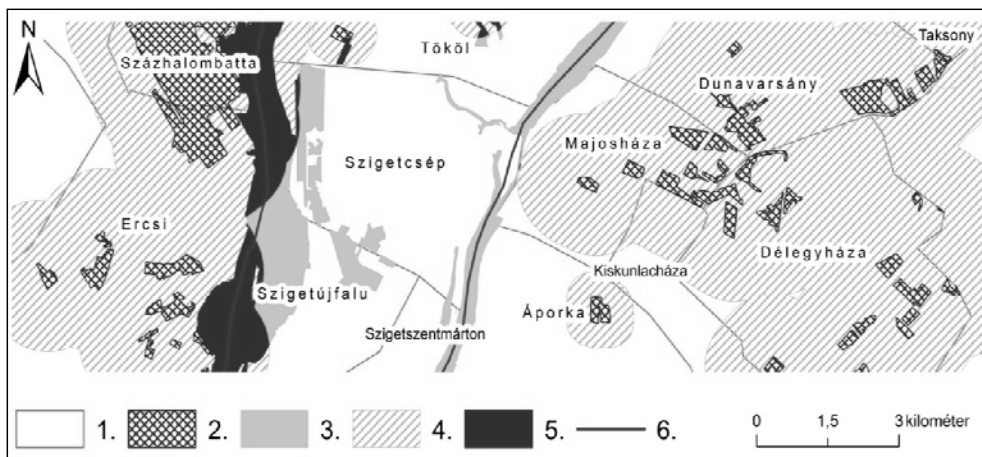
A terhelések eltérő mértékegységgel jellemezhetők, szükségszerű volt közös nevezőre hozni őket. A folyamat a következő (adott tulajdonság esetében): a településre vonatkozó értékéből kivonjuk az adott tulajdonság minimum értékét, majd elosztjuk a maximum és minimum különbségével. Így 0 és 1 közötti viszonyszám jön ki, a 0 jelenti a legkisebb terhelést, az 1-hez közeli értékek pedig a legnagyobb terhelést. Például egy településen ahol a legtöbb ipari folt található, annak aktuális értéke egyben a maximum érték is lesz, ebből kivonva a minimum értéket, majd ezt elosztva a maximumból kivont minimum értékkel, 1 jön ki eredményül. Ennek a 17 értéknek az átlagolásával alakult ki a komplex tájterheltségi mutató, minden ipari tájfolttal rendelkező településre.

Egy-egy ipari tevékenység hatásai bizonyos területen belül érvényesülnek, ez függ a tevékenység jellegétől, intenzitásától, elhelyezkedésétől, stb. A lehetséges tájkonfliktus területek meghatározásához szükség van egy olyan hatósugárra, amely alkalmazható a Duna-völgy minden ipari területére.

A szakirodalom alapján a zavaró esztétikai hatások körülbelül 2 km-ig terjedhet (KOLLÁNYI L.–CSEMEZ A. 2006). A légszennyezés, amely a környezet állapotát rombolja, hatalmas távolságokra eljuthat a kibocsátó forrásától. Ezzel szemben vannak olyan zavaró hatások, amelyek mindössze lokális jelentőségűek, kis területre terjednek ki. Ennek fényében 500 és 1500 méter közé fognak esni a hatásterületek, amelyek a komplex tájterheltségi mutatóból lesznek eredeztetve.

A nagyobb terheléssel rendelkező ipari foltok nagyobb hatásterületet fednek le, a kisebb terhelésűek kisebbet. A tájfoltok 0,12 terheltség alatt 500 méter, a 0,13–0,25-ig 750 méter, a 0,26–0,38-ig 1000 méter, a 0,39–0,51-ig 1250 méter és a 0,52 feletti(ek) 1500 méter sugarú hatásterületet kapnak. Az AcrGIS program puffer módszerével a hatásterületek a települések ipari foltjaihoz kerülnek hozzárendelésre, egy településen belül a hatásterület állandó. Azért szükséges hozzárendelni a települések ipari foltjaihoz, hogy szembeállíthatók legyenek az érzékeny területekkel.

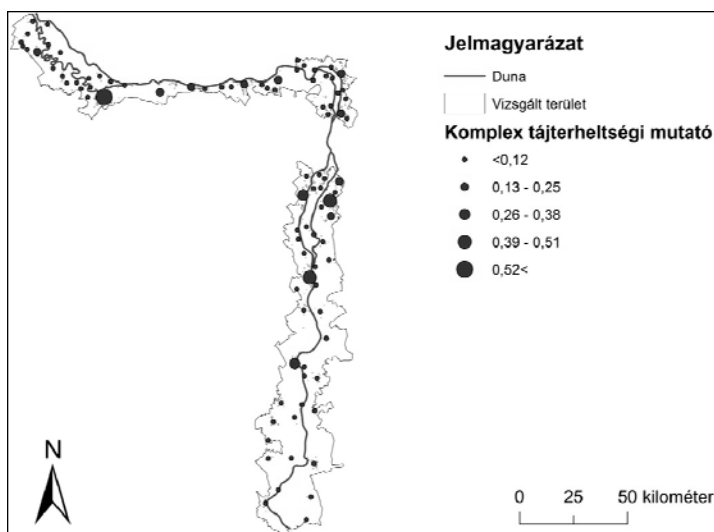
Az alábbi térképen (2. ábra) látható a tájhasználati konfliktusok lehatárolásának módszere. Azok az érzékeny területek (zöld) rajzolódnak ki (pirossal), amelyek beleesnek valamely ipari folt (lila) hatásterületébe (sraffozott), tehát zavarásnak vannak kitéve. A fenti példa Százhalombatta és Ercsi környékéről készült, ahol a komplex tájterheltségi mutató értéke 0,37 volt, amely 1000 méteres hatásterületet eredményezett. Továbbá az is látható, hogy nem minden iparterület eredményez tájhasználati konfliktusokat



2. ábra A tájhasználati konfliktusterületek meghatározásának térbeli folyamata. 1: települések, 2: ipari tájfoltok, 3: érzékeny területek, 4: az ipari foltok hatásterülete, 5: ipari eredetű tájhasználati konfliktusok területei, 6: Duna. (Saját készítésű ábra.)

Eredmények

A komplex tájterheltségi mutató a kutatás első fontos részeredménye (3. ábra), amellyel regionális, vagy országos összehasonlításokat lehet végezni. Előnye abban rejlik, hogy a települések szintjére vetíti ki az ipari terheléseket, így különböző prioritások, sorrendek határozhatók meg vele. Például elkülöníthetők a Duna-völgy leginkább terhelte területei (TOP 10), amelyek további vizsgálatok alapját képezhetik. Az alapadatbázis és a komplex tájterheltségi mutató együttes vizsgálatából következtetni lehet arra, hogy hol miért, milyen sajátosságok folytán lett magas, vagy alacsony az érték.

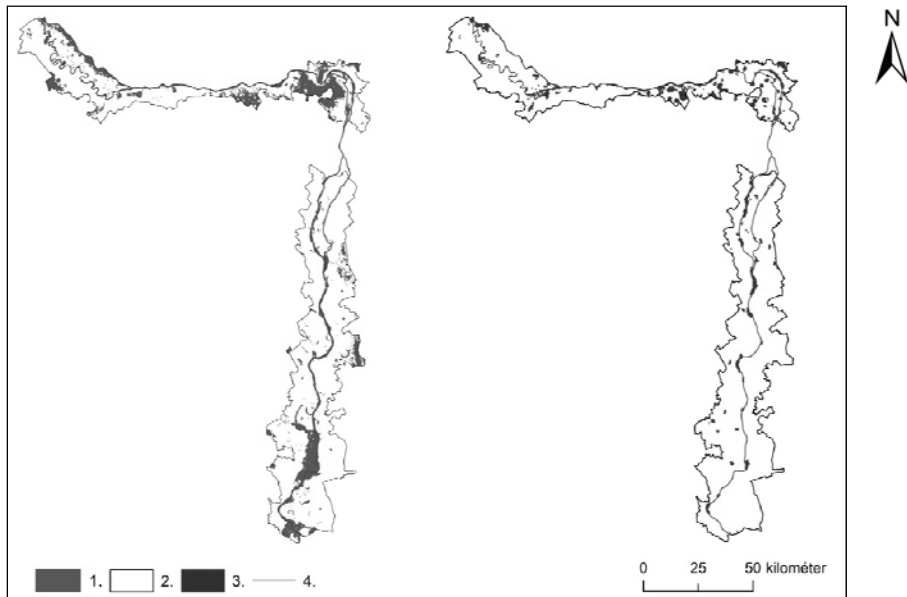


3. ábra A vizsgált terület ipari foltjainak komplex tájterheltségi térképe (Saját készítésű ábra.)

Az érzékeny területek a második fontos részeredmény, amely nélkül nem határozható meg a tájhasználati konfliktusok köre. Azonban önmagukban az érzékeny területek is mutatnak bizonyos táji folyamatokat, elkülöníthetők általuk egy vizsgált térség leginkább érzékeny, vagy kevésbé érzékeny részei is (4. ábra). Akár települési szintre is meghatározható az érzékeny területek aránya, amelyből rangsor alakítható ki. A táj érzékeny elemeit figyelembe vevő tervezés például fokozottan ügyel ezeknek a területeknek a fennmaradására, ugyanis rendkívül sérülékenyek az emberi behatásokkal szemben. Ezek az érzékeny területek kijelölhetik, hogy mely irányokba nem érdemes a településeknek terjeszkednie.

A tájhasználati konfliktusok földrajzi elhelyezkedése a munka legfontosabb végeredménye. A hatásterületek és az érzékeny területek fedésbe hozásával állíthatók elő a tájhasználati konfliktusok (ahogy a módszertan rész-

letezi, *1. ábra*). A tájhasználati konfliktusok megjelenítése regionális léptékben hatásos, ugyanis egy nagyobb területen határozottabban rajzolódnak ki a területhasználatból adódó folyamatok (*4. ábra*). Ilyenkor mutatkoznak meg például azok a sajátosságok, amelyek az elmúlt évtizedek túlzott mértékű iparosításáról árulkodnak, az érzékeny tájrészletek közvetlen közelében. A módszer előnye, hogy nem csupán az ipari foltokat veszi alapul, hanem az érzékeny felszíneket is figyelembe veszi a várható hatások tekintetében.



4. ábra Ipari eredetű tájhasználati konfliktusok és érzékeny területek a Duna-völgy magyarországi szakaszán. 1: érzékeny területek, 2: a vizsgált terület határai, 3: tájhasználati konfliktusok, 4: Duna. (Saját készítésű ábra.)

Jelen esetben azok az iparterületek jelentik a nem optimális hasznosítást (amelyről a bevezetőben is szó esett), amelyek környezete tájhasználati konfliktusokkal terhelt. Ezeknek a területeknek a köre akár települési, kistáji bontásban is elemezhető, és összehasonlítható egymással.

E területek további iparosítása, illetve terhelése nem javasolt, ellenkező esetben újabb konfliktusok keletkezése várható. A hazai gyakorlatban az oltalom alatt álló területek gyakran hátrányba kerülnek a gazdasági érdekekkel szemben. Erre jó példa a Győr környéki Natura2000-es területek áthelyezése egy új gyár bővítése végett. A példán keresztül látható, hogy igenis aktuális problémáról van szó, amellyel szemben a tervezési gyakorlat átgondolásával lehet védekezni, a tájhasználati konfliktusok területeinek pontos feltárásával.

Következtetések

Látható, hogy a megfelelő módszertan kialakítása időigényes, jelentős helyismeretet és felkészültséget igénylő folyamat. Minél több változó bevitelére van lehetőség, annál pontosabb kép alkotható a táj terheléseinek viszonyairól. Az adatbázis kidolgozásakor fontos szempont volt a bővíthetőség, hogy újabb adatsorokat lehessen bevonni. Annak ellenére, hogy mindössze 500 és 1500 méter közé esnek az ipari foltok hatásterületei, így is rendkívül nagy a tájhasználati konfliktusok köre.

Egy-egy konkrét település tájkonfliktusainak vizsgálatakor is alkalmazhatók a módszerek továbbfejlesztve, természetesen nagyobb terepi felbontásban, és lokális megközelítésben. Ebben az esetben az ipari tájfoltokhoz külön-külön szükséges hozzárendelni a terheltségi mutatót, nem elég települési szinten. Továbbá újabb területek is bevonhatók az iparral szembeállítva, például a tájképvédelmi területek, lakóterületek, rekreációs területek.

Az ilyen, és ehhez hasonló országos vagy regionális szintű elemzések feltárhatják, hogy mely térségek iparosítása nem kívánatos, illetve melyek legyenek a táj rehabilitációját megelőző kutatások prioritásai. Az eredmények és a módszertan további fejlesztése és a gyakorlatba való átültetése még sok lehetőséget rejt magában. A kutatás eredményei rávilágítottak Magyarországon egy jellegzetes, iparilag terhelt vidékének leginkább érdeklődésre számot tartó területeire. A tájhasználati konfliktusok elhelyezkedésének feltárása, hatásainak vizsgálata, a modern tájkezelési elvek érvényesítésével újak keletkezése meggátolható, a meglévő károsodások mérsékelhetők.

Irodalom

- CSEMEZ A. (1996): Tájtervezés – tájrendezés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 634 p.
- CSIMA P.–GÖNCZ A. (2003): A területrendezési tervek tájterhelési és tájterhelhetőségi vizsgálatának módszere. Komáromi Nyomda és Kiadó, Komárom. 31 p.
- DÓKA R. (2006): A vizes élőhelyek és a szántógazdálkodás tájhasználati konfliktusa a Duna-Tisza közén. In: KISS A., MEZŐSI G. – SÜMEGHY Z.: Táj, környezet és társadalom. Ünnepi tanulmányok Keveiné Bárány Ilona professzor asszony tiszteletére, Szeged: SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék - SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, pp. 155-165
- KERÉNYI A. (2007): Tájvédelem. Pedellus Tankönyvkiadó, Debrecen, 184 p.
- KOLLÁNYI L.–CSEMEZ A. (2006): Az Országos Területrendezési Tervről szóló 2003. évi XXVI. törvény módosító javaslata, Tájképvédelmi terület övezetének lehatárolása és szabályozása. VÁTI Kht. Budapest, 33 p.

Városi felszínek spektrális tulajdonságainak vizsgálata légifelvételek alapján

Tobak Zalán¹–Csendes Bálint²–Henits László³–
van Leeuwen Boudewijn⁴–Szatmári József⁵–Mucsi László⁶

¹egyetemi tanársegéd, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
tobak@geo.u-szeged.hu;

²PhD hallgató, SZTE TFGT, bcsendes@geo.u-szeged.hu;

³PhD hallgató, SZTE TFGT, henits@geo.u-szeged.hu;

⁴egyetemi tanársegéd, SZTE TFGT, leeuwen@geo.u-szeged.hu;

⁵egyetemi adjunktus, SZTE TFGT, szatmari@geo.u-szeged.hu;

⁶egyetemi docens, SZTE TFGT, mucsi@geo.u-szeged.hu

Abstract: This research focuses on the physical-chemical properties of urban surfaces by studying their electromagnetic spectra. These properties are required for understanding of urban material and energy transportation processes. Reflectance libraries were derived from AISA Dual hyperspectral data that was acquired from the city of Szeged in 2009 and 2010. These libraries provide important basic information for the classifications that were executed later. Hierarchical landcover categories, which were selected in the geographical as well as in the spectral space, are difficult to separate spectrally, their separability does not provide a sufficiently accurate classification. The spectral analysis of urban surfaces is still very challenging and offers many opportunities for scientific research.

Bevezetés

Az Világbank felmérései alapján 2010-ben a Föld népességének 50%-a, az EU-ban 73%, hazánkban pedig 68% volt város lakó (WORLD BANK, 2010). A CORINE Land Cover adatbázis 2000-ben 14 európai ország átlagában 4,8%-os, míg hazánkban 5,6%-os városi beépítettséget mutatott. Az arányokból is jól látható, hogy a nagyszámú népesség egy viszonylag kis területen, azt intenzíven használva él.

A városi környezet anyag- és energiaháztartásának vizsgálatához elengedhetetlen a felszín spektrális és geometriai tulajdonságainak ismerete. A számtalan vizsgálati szempont közül jelen kutatás az anyagok reflektancia spektrumának vizsgálatán keresztül azok fizikai-kémiai tulajdonságaira összpontosít.

A városi felszínt felépítő anyagok nagyrészt mesterséges eredetűek. A természetes közeget a városok zöld szigetei, beépítetlen talaj- (vagy kőzet-) felszínei, illetve a folyó és állóvizek jelentik. A mesterséges, vízzáró felszínnek amellet, hogy a víz természetes körforgásában akadályt képeznek – és ezáltal növelik a felszíni lefolyás mennyiségét és intenzitását –, mikroklima módosító hatást is kifejthetnek.

Városi területek hiperspektrális felvételezése elsőként a tengerentúlon kezdődött meg az 1990-es évek második felében (KALMAN L.–BASSETT E. 1997). Az első európai példák Drezdából származnak DAIS 7915 szenzor adatainak feldolgozásából (SEGL K.–ROESSNER S. 1999). Az egyes anyagtü-

pusok reflektancia görbéiből laboratóriumi vagy terepi mérések alapján spektrumkönyvtárak készültek: Ben-Dor és társai (2001) a látható és közeli infravörös spektrumon, míg Herold és társai (2004) a teljes VIS-NIR-SWIR (350–2400 nm) tartományban vizsgálták a városi felszín reflektanciáját. A USGS AVIRIS könyvtára (400–2500 nm) és a NASA JPL ASTER könyvtára (400–15400 nm) is tartalmaz mesterséges anyagokat. A spektrumkönyvtárak kiépítése mellett a kutatások az osztályozási algoritmusok fejlesztésére (ROESSNER S. et al. 2001; SEGL K. et al. 2006; HEIDEN U. et al. 2007), a spektrális és térbeli információk integrálására (BENEDIKTSSON J. et al. 2003; DELL'ACQUA F. et al. 2004) fókuszálva érték el látványos eredményeket.

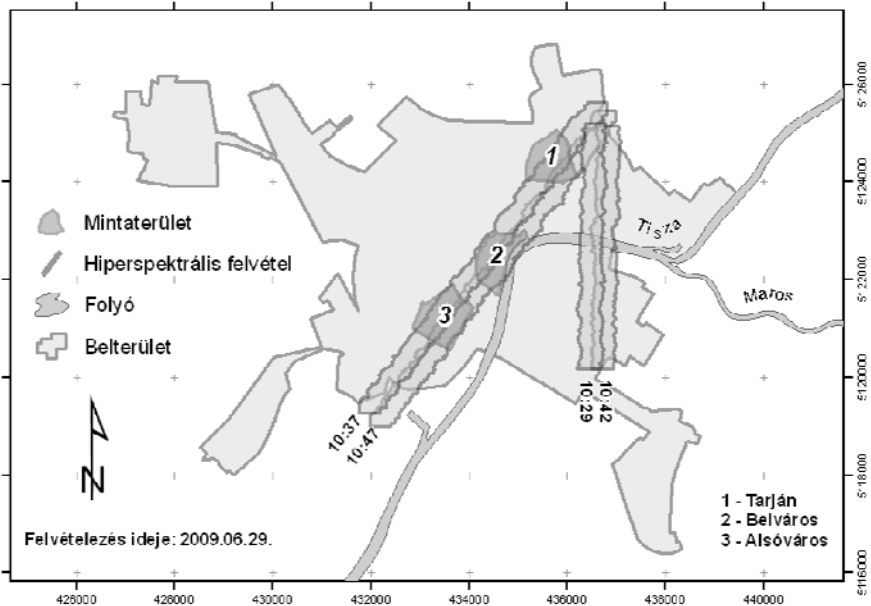
Hazánkban a 2002-es HySense projektet (HARGITAI H. et al. 2006) követően 2007-ben már saját eszközparkkal indult a hiperspektrális felvételezés (TAMÁS J. et al. 2009). A főként mezőgazdasági és geológia példák mellett az első hazai városi alkalmazás növényzeti monitoring céllal történt Gyöngyösön 2002-es DAIS 7915 adatok felhasználásával (JUNG A. et al. 2005). A mesterséges felszín spektrális térképezése csak az utóbbi években kezdődött meg (Szeged, Székesfehérvár, Sopron). 2007-ben elsőként Szegeden készültek a teljes 400–2450 nm-es tartományt lefedő hiperspektrális felvételek, amit 2009-ben és 2010-ben újabb adatgyűjtés követett, mindhárom alkalommal AISA Dual szenzorral.

Mintaterület

Szegeden hosszú hagyományai vannak a távérzékelte adatokra épülő városökológiai kutatásoknak (MEZŐSI G.–MUCSI L., 1994; MUCSI L., 1996; MUCSI L. et al. 2007; UNGER J. et al. 2001; UNGER J. et al. 2010). A városrészek különböző beépítettségi, morfológiai típusokba sorolhatók, melyeknek felszínborítása is egyedi kategóriákat tartalmazhat. Vizsgálatunk során igyekeztünk minél többféle városrészt lefedni, az azokra esetlegesen jellemző felszínborítási kategóriákat spektrálisan jellemezni. Az *1. ábrán* Tarján (lakótelep), Belváros (sűrű városi beépítettség) és Alsóváros (családi házas övezet) mintaterülete, valamint a 2009-es felvételezés pásztái láthatók.

Adatok

A hiperspektrális felvételek AISA Dual szenzorral készültek a spektrum 400–2450 nm-es tartományában (*1. táblázat*). A 359 felvételi sáv szélessége 4,5–6,8 nm, ami szinte folytonos reflektancia görbe szerkesztését teszi lehetővé a látható (NIR) és közepes infravörös (SWIR) tartományban.



1. ábra Mintaterületek

1. táblázat Az AISA DUAL felvételek legfontosabb paraméterei

	2009	2010
Felvételezés időpontja	2009.06.19. 10:37/10:47	2010.09.22. 08:55/10:45
Spektrális tartomány	400 – 2450 nm	
Spektrális felbontás	359 (zajos sávok kiszűrését követően 240) sáv	
Spektrális sávszélesség	2,3 nm (400-970 nm), illetve 5,8 nm (970-2450 nm)	
Felszíni felbontás	1,5 méter	
Geometria és radiometriai korrekció	ENVI – Caligeo	
Atmoszférikus korrekció	modell	Empirical Line – ASD Fieldspec terepi mérések

A nyers adatok geometriai és radiometriai korrekcióját követően az atmoszférikus kalibrációval számított reflektancia adatokkal dolgozhattunk tovább. Az atmoszférikus korrekció az aktuális légköri paramétereket modellező eljárással vagy a képi és terepi referencia spektrumok közötti kapcsolatot leíró lineáris egyenletekkel (empirical line) oldható meg. A felszíni anyagok pontosabb azonosításához nagy térbeli felbontású (10 cm), valós színes légifelvételeket is felhasználtunk referencia adatként.

Módszer

Felszínborítási kategóriák meghatározása

A későbbi osztályozások várt kimenetei alapján hierarchikus osztálystruktúrát definiáltunk, mely nagyrészt követi a nemzetközi gyakorlatot (HEROLD M. et al. 2004; FRANKE J. et al. 2009). Ezen belül különösen a mesterséges felszínek esetében definiáltunk több alosztályt (pl. tetők) (2. táblázat). Célunk, hogy ezen kategóriák tiszta pixeleit a földrajzi és/vagy a spektrális térben lehatároljuk, majd belőlük spektrum könyvtárat készítsünk.

2. táblázat Hierarchikus osztálystruktúra

KATEGÓRIA	KÓD
<i>Beépített területek</i>	100
<i>Épületek (tetők)</i>	110
Cserép (színek)	111
Lapos (CH)	112
Műanyag (fólia)	113
Üveg	114
Fém	115
Növényi	116
<i>Közlekedés területei</i>	120
Aszfalt	121
Beton	122
Díszburkolat	123
Vasút (bazalt)	124

KATEGÓRIA	KÓD
<i>Beépített területek</i>	100
<i>Egyéb (sport)</i>	130
Salak	131
Műanyag	132
<i>Növényzet</i>	200
<i>Zöld vegetáció</i>	210
<i>Száraz vegetáció</i>	220
<i>Talajfelszínek</i>	300
<i>Vízfelületek</i>	400
<i>Természetes</i>	410
<i>Mesterséges</i>	420

A különböző anyagok spektrális tulajdonságainak vizsgálata ún. spektrum könyvtárakon alapul. Reflektancia spektrumok laboratóriumi és terepi spektrométerrel egyaránt rögzíthetők, illetve a hiperspektrális felvételekből is levezethetők. Ez utóbbi – képi információkon alapuló – görbék azonban – a kisebb térbeli felbontásból adódó kevert pixelek miatt – jóval zajosabbak, nem reprezentálják pontosan egy adott anyag tiszta spektrumát.

Tiszta pixelek lehatárolása a földrajzi térben

Az egyes felszínborítási kategóriák jellemző spektrumainak legyűjtése a felvételekről poligon és pont mintákat felhasználva történt. Az egyes osztályokra alapstatisztikákat számoltunk (sávonkénti minimum, maximum, átlag és szórás), a sávonkénti átlagos reflektanciák alapján spektrumkönyvtárat építettünk.

Szélsőpontok lehatárolása a spektrális térben

A spektrális térben történő leválogatáshoz első lépésben érdemes csökkenteni az adathalmaz spektrális dimenzióját. Ezt egyrészt a – szenzor hibáiból vagy a légköri hatásokra megjelenő - zajos sávok manuális eltávolításával, másrészt spektrális térbeli koordináta-transzformációs eljárásokkal tehetjük meg. A zajos sávok (Bad bands) levágását követően az eredeti 359 sávból 240-et tartottunk meg (2. ábra). A felvételekre ezt követően lefutattuk a főkomponens analízist (PCA) (DAVIS J. 1986), illetve az előzetes zajszűrést is alkalmazó MNF (Minimum Noise Fraction) transzformációt (GREEN A. et al. 1988). Az így redukált dimenziójú spektrális térben a pontfelhő szélső helyzetében kellett keresnünk tiszta, ún. endmember pixeleket. Ezt az ENVI képfeldolgozó szoftver n-dimenziós megjelenítőjében kézi kijelöléssel vagy automatizált eljárással (pl. Pixel Purity Index) is megtehetjük.

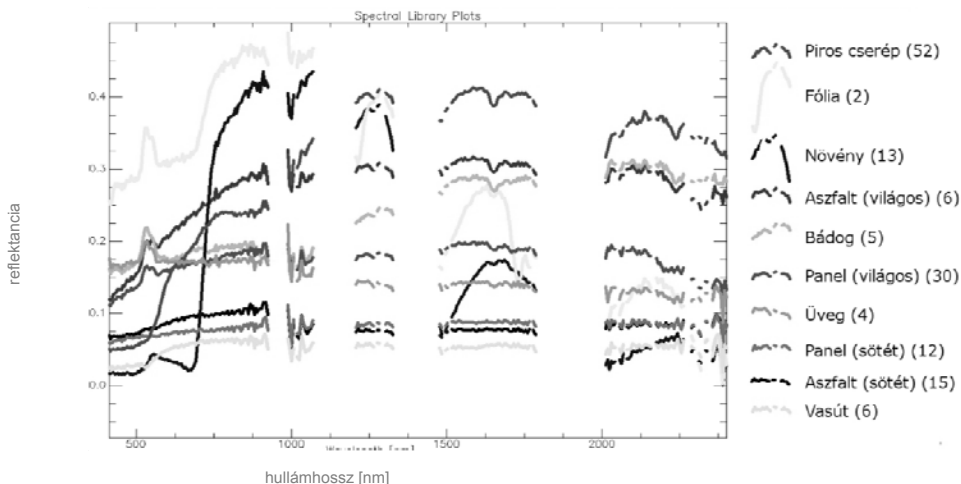
Eredmények

A legjellemzőbb városi felszínborító anyagok spektrumgörbéit (2. ábra) vizsgálva az alábbi, általános megállapításokat tehetjük. (1) A *zöld vegetáció* jellegzetes görbéjén 550 nm környékén reflektancia csúcs, 750 nm-nél vörös él (red edge), a 980, 1200, 1400 és 1900 nm-es tartományokban pedig abszorpciós minimumok mutatkoznak. (2) A *csupasz talaj* felszíneket az infravörös tartományok felé fokozatosan növekvő reflektancia jellemzi. (3) A különböző *tetőborítások* közül a hazánkban legelterjedtebb vörös – és egyéb színű – cserepek a NIR és SWIR tartományok felé szintén növekvő reflektanciát mutatnak. A látható és közeli-infravörös tartományban jellegzetes vas-oxid elnyelést figyelhetünk meg 520 és 870 nm környékén. (4) Az *útburkolatok* közül, elsősorban az alacsony reflektanciával rendelkező anyagokból álló aszfalt burkolatok esetében, a spektrumgörbén csak minimális méretű spektrális jellegzetességek figyelhetők meg. (5) A *vízfelületeket* a látható fény visszaverése mellett az IR tartományban megfigyelhető szinte teljes abszorpció jellemzi (RASHED T.–JÜRGENS C., 2010).

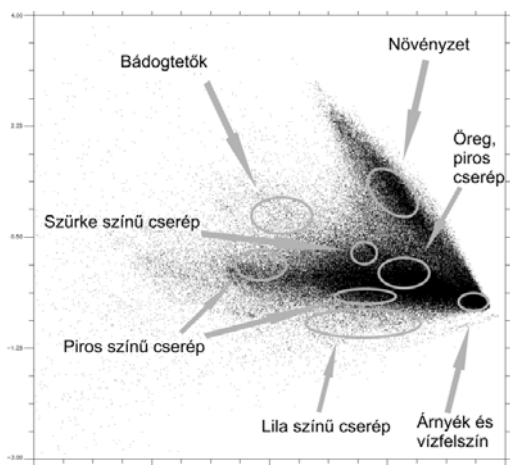
A nagy geometriai felbontás ellenére a legtöbb képelem spektrálisan vegyes képelem, ami megnehezíti a tiszta spektrummal jellemezhető pixelek azonosítását. Éppen ezért a hagyományos szélsőpont keresési módszerek nem adnak megfelelő eredményt (FRANKE J. et al. 2009). Ha a földrajzi térben kijelölt osztályokat a transzformált spektrális térben vizsgáljuk, a pontfelhők között sokszor átfedéseket, illetve csak mérsékelt távolságokat (nagyobb spektrális hasonlóságot, szeparabilitást) észleltünk (3 ábra).

Jól elhatárolhatók egymástól a víz (vagy árnyék), a növényzeti és a mesterséges anyagok (tetők, aszfalt) pixelei. A különböző tetőborítások közül

az anyagában jelentősen eltérő bádóg jobban elkülöníthető, mint a csak színükben egyedi égetett cserepek.



2. ábra A fontosabb felszínborítások reflektanciája a zajos sávok nélkül



3. ábra Néhány fontosabb anyag pixeljei a PCA transzformált spektrális térben (PCA 1–2)

Az elkészült spektrumkönyvtárak a reflektanciagörbék mellett fontos metaadatokat is tartalmaznak (minták száma, felszínek leírása, helyszíni fotó). Megállapítható, hogy a felszínborítások sikeres elkülönítésének szükséges előfeltételei a jó minőségű spektrum-könyvtárak.

A létrehozott spektrumkönyvtárak alapján az egyik legegyszerűbb osztályozó algoritmust futattuk le egy kiválasztott fafaj, a szegedi parkokban igen gyakori közönséges platán (*Platanus cerifolia*) előfordulásainak feltérképezésre. A SAM (Spectral Angel Mapper) eljárás a könyvtárban tárolt referencia- és a képi spektrumokat leíró N-dimenziós vektorok között mért szög-

eltérés alapján becsüli meg az adott anyag előfordulásának valószínűségét. Az elemzés eredményét terepi felméréssel ellenőriztük. 148 képelem esetén jelentkezett 0,025 radiánnál kisebb spektrális szögeltérés, melyből 125 valóban platánfa volt, ami 84,5%-os megbízhatóságot (user's accuracy) jelent.

Következtetések

A városi felszínek spektrális tulajdonságainak elemzése megerősítette, hogy ezek a vizsgálatok még napjainkban nagyon sok kihívást tartogatnak. Tapasztalataink alapján ez több részfolyamatra is kiterjed: (1) A műveletek nagy számításigényűek, megfelelően optimalizált CPU és RAM használatot igényelnek. (2) A képi spektrumok – a kevert pixelek és a más pixelekről érkező visszaverődés miatt – sokkal zajosabbak, mint a labor vagy terepi spektrométerrel rögzítettek, amit tovább bonyolít az alkalmazott atmoszférikus korrekciók sokfélesége és változatos eredményessége. (3) A már létező városi spektrumkönyvtárak nem minden esetben használhatók sikeresen, különösen a területenként egyedi felszínborítások esetén. Ezért indokolt a helyi sajátosságoknak megfelelő könyvtárak kiépítése. (4) A kategóriák spektruma-it a spektrális térben vizsgálva sokszor átfedések figyelhetők meg, ami az osztályok alacsony szeparabilitására utal, melyet további statisztikai módszerekkel (pl. B-distance) kell alátámasztani és számszerűsíteni. Emellett érdemes lenne nem a teljes spektrumon, hanem annak csak egy-egy kiválasztott – szűk - metszetén összehasonlítani az anyagokat. (5) A létrehozott spektrumkönyvtár az osztályozási algoritmusok bemeneti adatát képezi. Újabb kihívást jelent a megfelelő klasszifikációs eljárások kiválasztása, melyek adott esetben a spektrális tulajdonságok mellett térbeli és egyéb információkat is felhasználnak az osztályozás pontosságának javításához.

Irodalom

- BEN-DOR, E. – N. LEVIN – H. SAARONI* (2001): A spectral based recognition of the urban environment using the visible and near-infrared spectral region (0.4-1.1 μm). A case study over Tel-Aviv, Israel. *International Journal of Remote Sensing*, 22, pp. 2193-2218.
- BENEDIKTSSON, J.A. – M. PESARESI – K. ARNASON* (2003): Classification and feature extraction for remote sensing images from urban areas based on morphological transformations. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41, pp. 1940-1949.
- DAVIS, J.C.* (1986): *Statistics and Data Analysis in Geology*, John Wiley & Sons, New York, 550 p.
- DELL'ACQUA, F. – P. GAMBA – A. FERRARI – J.A. PALMASON – J.A. BENEDIKTSSON – K. ARNASON* (2004): Exploiting spectral and spatial information in hyperspectral urban data with high resolution. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 1, pp. 322-326.

- FRANKE, J. – D.A. ROBERTS – K. HALLIGAN – G. MENZ (2009): Hierarchical Multiple Endmember Spectral Mixture Analysis (MESMA) of hyperspectral imagery for urban environments. *Remote Sensing of Environment*, 113, pp. 1712-1723.
- GREEN, A.A. – M. BERMAN – P. SWITZER – M.D. CRAIG (1988): Transformation for ordering multispectral data in terms of image quality with implications for noise removal. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 26, pp. 65-74.
- HARGITAI, H. – P. KARDEVÁN – F. HORVÁTH (2006): Az első magyarországi képalkotó spektrométeres repülés és adatainak elemzése erdőtípusok elkülönítésére. *Geodézia és Kartográfia*, LVIII/9, pp. 21-33.
- HEIDEN, U. – K. SEGL – S. ROESSNER – H. KAUFMANN (2007): Determination of robust spectral features for identification of urban surface materials in hyperspectral remote sensing data. *Remote Sensing of Environment*, 111, pp. 537-552.
- HEROLD, M. – D.A. ROBERTS – M.E. GARDNER – P.E. DENNISON (2004): Spectrometry for urban area remote sensing - Development and analysis of a spectral library from 350 to 2400 nm. *Remote Sensing of Environment*, 91, pp. 304-319.
- JUNG, A. – P. KARDEVÁN – L. TOKEI (2005): Detection of urban effect on vegetation in a less built-up Hungarian city by hyperspectral remote sensing. *Physics and Chemistry of the Earth*, 30, pp. 255-259.
- KALMAN, L.S. – E.M. BASSETT III (1997): Classification and material identification in an urban environment using HYDICE hyperspectral data. In *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, pp. 57-68.
- MEZŐSI G. – MUCSI L. (1994): Urban density and expansion study using GIS and RS methods. *EGIS94 Paris Proceedings Vol. II*. pp. 1354-1363.
- MUCSI L. (1996): Urban land use investigation with GIS and RS methods. *Acta Geogr. Szeg.* Tom. XXV. pp. 111-119.
- MUCSI L. – F. KOVÁCS – L. HENITS – Z. TOBAK – B. VAN LEEUWEN – J. SZATMÁRI – M. MÉSZÁROS (2007): Városi területhasználat és felszínborítás vizsgálata távérzékeléses módszerekkel In *Városökológia, Földrajzi Tanulmányok*, Vol.1. G. Mezősi (Ed.), pp. 19-42 (Szeged: JatePress, 2007).
- RASHED, T. – C. JÜRGENS (Eds.), (2010): *Remote sensing of urban and suburban areas*. pp. 47-65 (Heidelberg: Springer).
- ROESSNER, S. – K. SEGL – U. HEIDEN – H. KAUFMANN (2001): Automated differentiation of urban surfaces based on airborne hyperspectral imagery. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 39, pp. 1525-1532.
- SEGL, K. – S.R.M. BOCHUW – H. KAUFMANN – U. HEIDEN (2006): Feature-based identification of urban endmember spectra using hyperspectral HYMAP data. In *1st EARSel Workshop of the SIG Urban Remote Sensing*, Berlin
- SEGL, K. – S. ROESSNER (1999): Pixeloriented selection of endmember combinations for linear stochastic spectral unmixing applied to urban environments. In *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, pp. 327-338.
- TAMÁS, J. – Cs. LÉNÁRT – P. BURAI (2009): Evaluation of applicability of airborne AISA DUAL hyperspectral imaging system to map environmental conditions in orchards. In *Technology and Management to Increase the Efficiency in Sustainable Agricultural Systems*, Rosario, Argentina.
- UNGER, J. – T. GÁL – J. RAKONCZAI – L. MUCSI – J. SZATMÁRI – Z. TOBAK – B. VAN LEEUWEN (2010): Modeling of the urban heat island pattern based on the relationship between surface and air temperature. *Időjárás*, 114, 4, pp. 287-302.
- UNGER, J. – Z. SÜMEGHY – J. ZOBOKI (2001): Temperature cross-section features in an urban area. *Atmospheric Research*, 58, pp. 117-127.
- WORLD BANK (2010): *The little green data book 2010*. World Bank Publications

Légi távérzékelési infrastruktúra kiépítése a Károly Róbert Főiskolán

Dr. Tomor Tamás¹ – Dr. Lénárt Csaba²

¹ főiskolai docens, intézetigazgató, Károly Róbert Főiskola, tomor@karolyrobert.hu

² főiskolai tanár, Károly Róbert Főiskola, cslenart@karolyrobert.hu

Abstract: The applied remote sensing technology and the collection of topographic and thematic data can be used for a wide range of applications including environmental, agricultural and industrial applications included oil and gas related research and monitoring.

The Károly Róbert College has advanced airborne, spaceborne and ICT capabilities to supply huge amounts of geodata to the GIS community due to man power, technical equipment and modern production center. The group has the most versatile aircraft fleet in Hungary and enables to meet all customer needs with respect to accuracy, altitude, resolution, medium and area.

Bevezetés

EU színvonalú környezeti monitoring trendek modern és termelékeny adatnyerési eljárásokat tesznek szükségessé, melyek jelenleg hiányosan vannak jelen a piacon – elsősorban az ezirányú K+F eredmények hiánya miatt.

Több gazdasági és közintézményi szektorban (energiaszektor, környezetvédelem, vízügy, természetvédelem, nyersanyagkutató, katasztrófavédelem, stb.) igény van nagy területre kiterjedő, egzakt környezeti adatok begyűjtésére és feldolgozására. Ebben a tekintetben a piac nyitott K+F projektek finanszírozására is.

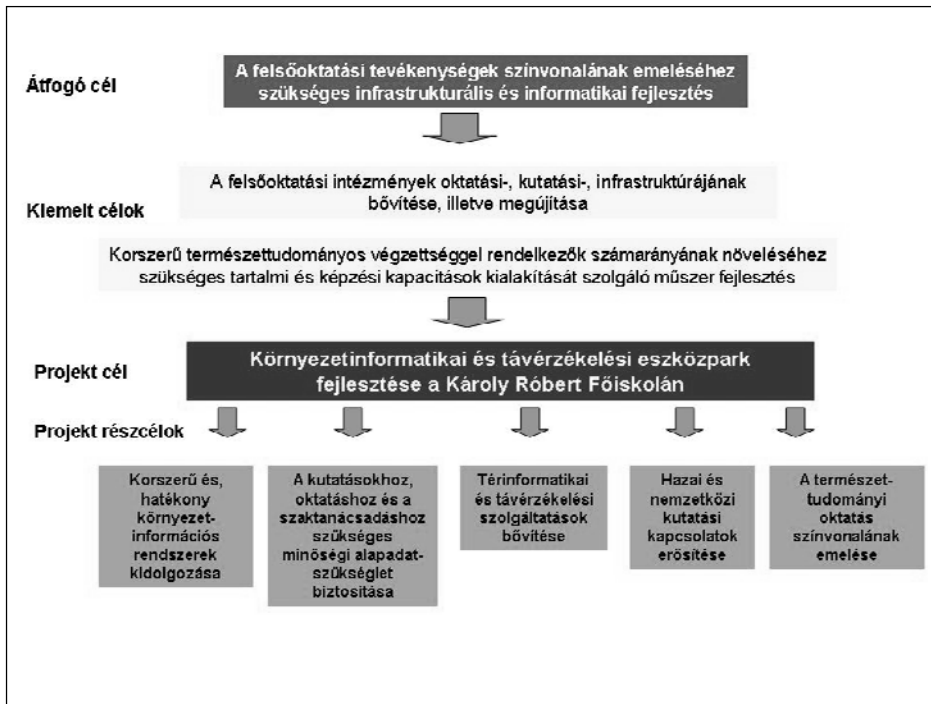
A távérzékelés egy speciális tudományág és az ehhez kapcsolódó gyakorlati tapasztalatok megszerzése illetve továbbfejlesztése, birtoklása komoly lehetőségeket rejt magában a tudományos kutatások, valamint az ipari jellegű adattermelés piacán.

A fejlesztés intézményi és ágazati céljai

A Főiskola célja, hogy a légi távérzékelésben rejlő magas hozzáadott értéket képviselő információnyerési lehetőségekre építve kiszolgálja K+F eredményekkel, oktatással és információval azokat az intézményeket és ágazatokat, ahol a naprakész, megbízható és részletes adatoknak, információknak tényleges értéke van:

- természeti erőforrásokkal gazdálkodó ágazatok
- bioenergetika, energiaszektor
- nyersanyagtermelés
- környezetvédelem, természetvédelem
- vízgazdálkodás

- várostervezés, területfejlesztés
- vidékfejlesztés
- katasztrófavédelem
- földügy
- mezőgazdaság, szőlészet



1. ábra A fejlesztés célrendszere

A fejlesztés iránti kereslet

A távérzékelő eszközök rohamos fejlődésével újabb adatforrások és adatfeldolgozási módszerek alkalmazására van lehetőségünk, amelyek számos olyan előnyt és alkalmazási korlátot hordoznak magukban, amiket tudományos igényű elemzéssel kell alátámasztani. Hazánkban is fokozott figyelmet érdemelnek azok a tudományos kutatási területek, amelyek a távérzékelési technológia környezetvédelmi, ökológiai és mezőgazdasági alkalmazását támogatják. Az EU-ban számos csúcstechnológiát képviselő kutatás folyik, amelyhez meg kell teremteni a csatlakozás lehetőségeket (Föld megfigyelési programok, GMES környezetbiztonsági program, stb.). Ilyen új technológia terület a pl. a légi hiperspektrális adatgyűjtés és az ehhez kapcsolódó képek spektrális információit interpretáló képalkotó spektrometria, amellyel regionális méretekben válik lehetővé az élő és élettelen környezet állapotának

vizsgálata, és amelynek hazai bevezetése számos társtudományi terület kutatási lehetőségét kitágítja. A másik jelentős légi alkalmazás a lézeres távmérésen alapuló LiDAR technológia, amely cm-es horizontális és vertikális pontossággal alkalmas műszaki tervezési feladatokhoz 3D-s domborzatmodell, felszínmodell készítéséhez. Ma már rendelkezésre állnak a korszerű légi szenzorok, és a technológia műszaki előnyeinek ismeretében jelentős hazai kereslet is jelentkezik ezekre. Számos nemzetközi és hazai műszaki mérési feladatnál már alapvető követelményként írják elő a LIDAR és a hiperspektrális felvételeket, ami jól érzékelteti a különböző szakterületek irányából megfogalmazódó igényeket.

A fejlesztés tartalmi összefoglalása

A pályázat során megvalósítandó fejlesztések célja olyan korszerű módszerekre alapozott környezetinformatikai és távérzékelési laboratórium kialakítása, amely a természettudományi területek alapadatainak az előállítására, az adatok feldolgozására, kutatások megvalósítására és az eredmények hasznosítására alkalmas. Az kutatási és oktatási kapacitások elérendő bővítése hozzájárul a kutatási együttműködések szélesítéséhez, a képzés minőségi színvonalának emeléséhez, a hallgatói létszám növeléséhez, a K+F+I tevékenység fejlesztéséhez, a természettudományi és informatikai oktatás szintjének javításához.

A fejlesztésünk tartalma az alábbiakban foglalható össze:

Távérzékelési eszközpark fejlesztése

Hazánkban jelenleg nincs olyan felsőoktatási vagy kutató intézet, amely aktív és passzív szenzorokat egyaránt tartalmazó multiszenzoros légi távérzékelő rendszerrel rendelkezne. A légi távérzékelés eszközeinek fejlesztése hozzájárul a több célú, nagyobb (adat és költség) hatékonyságú légi felvételezés megvalósításához. A távérzékelte adatok a Károly Róbert Főiskola Természeti Erőforrás-gazdálkodási és Vidékfejlesztési Kar összes intézetének, valamint együttműködő partnereinek biztosítja a kutatáshoz és az oktatáshoz szükséges adatigény kielégítését, sőt a légi alkalmazásnak köszönhetően 1 órán belül Magyarország és néhány órán belül Európa bármely része elérhető. A multiszenzoros távérzékelési rendszer olyan egyedülálló lehetőség a Főiskola és partnerei számára, amely hosszú távon is biztosítja a kutatás és az oktatás magas színvonalon való megvalósítását és a nemzetközi projekteken való részvételt. A Főiskola számos nemzetközi kapcsolattal rendelkezik, ahol az egyik legerősebb kapcsolat az a tudásbázis, amelyet az Intézet oktatói és kutatói képviselnek. Ahhoz, hogy bővítsük az intézet kutatási és oktatási potenciálját szükséges az infrastruktúra fejlesztése, amely további

nemzetközi kapcsolatokat és pályázatokat generál és hozzájárul a külföldi kutatók, hallgatók fogadásához.

Nagy felbontású távérzékelte felvételekre széles szektoroknál jelentkezett igény. A jellemző alkalmazások és a felhasználók közül néhányat felsorolunk

- *Természetvédelem*: A természetvédelmi hatóság (nemzeti parkok) nagy területek élőhely-térképezése, különös tekintettel az indikátor és az inváziós fajokra. Az élőhely-rekonstrukciós munkák tervezési feladataihoz nagy pontosságú domborzatmodellre van szükség (vizes élőhelyek).

- *Környezetvédelem*: Különböző szennyezések térképezése, vízbázisok felmérése. A környezetvédelmi célú felmérésekben a nagyobb ipari vállalkozások, környezetvédelmi cégek (környezetvédelmi hatásbecslés) és a hatóság (felügyelőségek) érintettek. Kapcsolódás a KEOP programjaihoz (Víz Keretirányelv).

- *Vízügy*: A vízügyi hatóságok az ár- és belvív térképezéshez alkalmaznak távérzékelte felvételeket. Az egyre gyakrabban jelentkező szélsőséges időjárási helyzetek gyors, pontos adatfelvételre technológiákat igényelnek, amelyekkel pontosan meghatározható az ár- és belvízzel veszélyeztetett területek nagysága. A nagy területen elhelyezkedő védőtöltések rekonstrukciójához szükséges tervezési feladatokhoz ugyancsak a légi LIDAR technológia szolgáltat megfelelő információt.

- *Erdészet*: Erdészeti célú állománybecslés, növényi betegségek felmérése, vadgazdálkodási célú állománybecslés energetikai célú (biomassza) felmérés.

- *Mezőgazdaság*: Elsősorban azok a mezőgazdasági vállalkozások érintettek, ahol precíziós gazdálkodást folytatnak. A termesztett növények biofizikai változóinak (tápanyagtartalom, növényi stressz, stb.) és gyom térképezése, talajdegradációs-folyamatok vizsgálata, víz- és tápanyag-gazdálkodás térképezése. Kiemelt terület a növényi biomassa térképezés távérzékeléssel, amely közvetlenül kapcsolódik a megújuló energiaforrások felhasználásával foglalkozó országos programokhoz.

- *Katasztrófavédelem*: Árvíz, belvív és tüzesetek monitoringja. Árvízi elöntések modellezése.

- *Elektromos szolgáltatók*: Légvezetékek felmérése légi LIDAR technológiával, hálózat-térképezés.

- *Önkormányzatok*: Számos olyan gyakorlati alkalmazásra van szükség, ahol a távérzékelte felvételek feldolgozásával nyerhetők adatok: ingatlan térképezés, zöldterületek felmérése, ár- és belvízzel veszélyeztetett területek térképezése.

Környezetinformatikai eszközpark fejlesztése

A gyakorlati oktatáshoz jelenleg rendelkezésre álló eszköz- és műszerpark megfelel a követelményrendszerekben előírt minimum feltételeknek. A magas színvonalú kutatáshoz, és oktatásához, valamint nagy felbontású távérzékelte adatok feldolgozásához korszerű térinformatikai laboratórium kialakítására van szükség, amely rendelkezik a megfelelő számítási kapacitásokkal és a szoftverháttérrel.

Mivel a hatalmas méretű adathalmazokon futó eljárások rendkívül számításigényesek, ezért elfogadható időn belül csak szuperszámítógép (HPC) kategóriájú számítási kapacitással adnak értékelhető eredményeket. A számítási teljesítmény mellett az is kiemelten fontos, hogy a feldolgozandó adatfájlokat ne kelljen mozgatni illetve részekre bontani, hanem egy tagban el kell férnie a központi memóriában, ahol az összes processzor közvetlenül hozzá tud férni. Mivel az adatok mérete gyakran meghaladja az 1 terabyte-ot, ezért az elosztott, ún. cluster architektúra nem jöhet szóba, csak SMP (Symmetric Multiprocessing) felépítésű gép alkalmas a feladatra. Az SMP architektúra előnye, hogy akár több terabyte memóriát és több száz processzort képes kezelni egyetlen operációs rendszer alatt. Ez rendkívül hatékony feldolgozást tesz lehetővé a nagyméretű adathalmazokon.

Kis hatótávolságú távérzékelési eszközpark fejlesztése

A gyakorlati oktatás, mezőgazdasági és természettudományos kutatások megkívánják, hogy alacsony költségű és kisebb léptékű légi adatgyűjtő rendszereket is fejlesszünk. Ezen adatgyűjtő rendszereket az ún. UAV-k hordozzák, melyek szintén multiszenzoros összetételben működtethetők. Az UAV-k a műholdas felderítésnél olcsóbb és rugalmasabb alternatívát kínálnak. Az igazi áttörés az UAV-k szempontjából az elmúlt 20 évben következett be - a fejlődés a mikroelektronika, az információs technológia területén, illetve a GPS létrejötte immáron lehetővé tette, hogy ezek a szerkezetek megmutathassák, mire is képesek valójában.

A fejlesztés műszaki tartalmának ismertetése

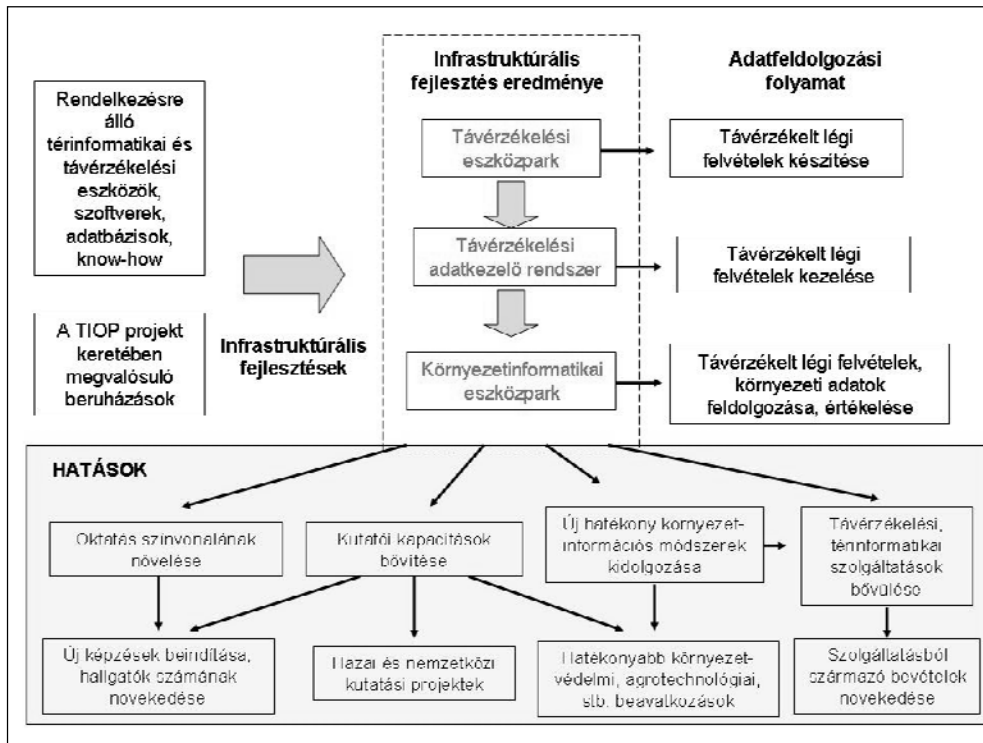
Távérzékelési eszközpark fejlesztése

- Hiperspektrális kamera:

A már meglévő AISA Eagle VNIR (450–1000nm) szenzor továbbfejlesztéséhez szükséges SWIR szenzor, 1000pixel szélességgel, 1000-2500nm szélesspektrális tartománnyal, legalább 6nm-es felbontással. Környezeti- és természeti erőforrás kutatási célú digitális szenzor.

- Középfórmátumú digitális kamera:

Digitális ortofotó készítésre alkalmas középfórmátumú távérzékelési célú 39MP-es direkt georeferenciával rendelkező Lidar-al összeépíthető (közös GPS/INS rendszerű) mérőkamera.



2. ábra A fejlesztés eredményei és hatásai

- LiDAR légi szenzor:

Csúcstechnológiát képviselő 200 Khz-es, "6"-os pontossági osztályú légi lézerszkennel berendezés repülőgépen vagy helikopteren 5000 méteres repülési magasságig történő komplex kutatási és ipari célú alkalmazásokhoz. Elsődleges feladata nagy pontosságú terepmodell, objektumok felvételezése, biomassa-mérés. Komplex, teljes munkafolyamatos ipari-kutatási programozható lézerszkennel szoftverrendszerrel, repüléstervező, ellenőrző, teljes jelalakos, legkorszerűbb feldolgozó és fedélzeti rendszereket működtető modulokkal és licenzekkel.

- GPS/INS rendszer:

L1/L2 kinematikus 250 Hz-es GPS/IMU berendezés meglévő AISA rendszer pontosságának növeléséhez. Elvart pontosság 2cm. Duál Omnistar műholdas GPS antenna képes rendszer.

- Multiszenzoros adatgyűjtőrendszer

Fedélzeti digitális multiszenzoros adatgyűjtő rendszer több különböző hullámhossz tartományú érzékelő egyidejű nagy mennyiségű adatának és fedélzeti navigációs információinak tárolására és onboard feldolgozására.

- Terepi infra kamera:

Kutatási célú mobil infra hőkamera. Beépített magas QE (> 70%), 640 x 512 14 bites felbontás, TE-hűtött MCT detektor, amelynek spektrális tartománya 8 – 12 μm . Pitch 30 μm / 25 μm / 20 μm / 15 μm . Nagy érzékenységgű, terepi kalibrációra mérésre alkalmas (energetikai, biotermelés mérések).

- Terepi mobil adatgyűjtő eszköz:

Gumírozott terepi tablet számítógép (UMPC) IP67-es besorolással. Szabványos csatlakozási lehetőségek, SSD drive. Beépített WiFi b/g, Bluetooth 2.1 + EDR, Sirf Star III GPS modulok. A terepi mintavevő-eszközök adatgyűjtő rendszere

- Kompakt ultrahordozható fotoszintetikus aktivitásmérő:

A növényfiziológiai, környezetvédelmi és biotermelés kutatásokra alkalmas fotoszintézis aktivitásmérő mobil eszköz. SPI mérési lehetőség 18000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PAR-ig. 650 nm-es, 20 KHz-es.

- Terepi adatgyűjtő (PDA):

A terepi gyorsmérések helymeghatározásra és adatgyűjtésre alkalmas PDA, beépített GPS adatrögzítéssel, digitális kamerával, vezeték nélküli 3,5G HSDPA modemmel, vezeték nélküli csatlakozással Bluetooth és WiFi adapterekkel. Mobil GIS alkalmazás a terepi térképezéshez – mobil kézi GPS eszközök számára. Külső szenzorokból érkező adatok feldolgozása - NMEA kompatibilis (GPS vevők, távmérők és digitális kamerák adatait fogadja).

- Precíziós repülési és biztonsági mobil műszer-együttes:

Elektronikus navigáció, időjárás radar, EFIS rendszer, forgalmi és ütközési figyelmeztető, S módú transzponder, villámdetektor, vészjeladó, 3 csatornás robot, műholdas komm. egység.

Környezetinformatikai eszközpark fejlesztése

- Nagyteljesítményű informatikai csúcstechnológiájú feldolgozó egység 2 db grafikus munkaállomással, fájlserver/HSM szerver, SAN alapú RAID tárolórendszer, nagykapacitású automatikus szalagkönyvtár. A munkaállomásokra az alábbi szoftvereket szerezzük be:

- Raszteres képfeldolgozó szoftverrendszer hiper- és multispektrális képelemzésre. Specim Caligeo kompatibilis, IDL programozási nyelvvel. Ipari formátumok feldolgozási lehetősége.

- Atmoszférikus (légköri) korrekciós szoftver távérzékelte légi- és műholdfelvételek feldolgozására, domborzati és szenzorkalibrációs lehetőséggel. IDL programnyelv kompatibilis.

- Objektum (OBIA) alapú képelemző és képszegmentáló rendszer. Las formátum kompatibilitás, Lidar pontfelhő és hiperspektrális feldolgozási lehetőséggel.

- GPS adatfeldolgozó szoftver, GIS adatbázis import-export lehetőséggel. Differenciális korrekciós számítási lehetőséggel. Kompatibilis meglévő Trimble GIS adatgyűjtőkkel.

- Mobil GIS alkalmazás a terepi térképezéshez - mobil kézi GPS eszközök számára. Külső szenzorokból érkező adatok feldolgozása – NMEA kompatibilis GPS vevők, távmérők és digitális kamerák.

- 2D hidrológiai szimulációs szoftver előtött területek lehatárolása, ár-hullámok levonulásának elemzésére és töltésszakadási scenáriók modellezésére.

A fejlesztés elvárt hatásai

A fejlesztés megvalósítása által közvetetten növekszik a régió gazdasági versenyképessége, erősödik az innovációs és üzleti szemlélet; javulnak a nemzetközi színvonalú, alkalmazásorientált K+F+I tevékenység feltételei és hatásfoka, megerősödnek, hatékonyabbá válnak a gazdaság és a K+F+I tevékenység más szereplői közötti hálózati együttműködések. Közvetlen módon a Károly Róbert Főiskola és a fejlesztések során létrejövő egyedülálló korszerű eszközpark húzóerővel szolgál a regionális és a nemzetközi kutatási versenyképesség szempontjából. Az itt keletkezett „tudás-hatás” révén a falakon belül felhalmozódott tudományos, műszaki, technológiai tudás a gazdasági szférába áramlik; a publikált kutatási eredmények és szabadalmi dokumentumok vagy a fizikai létesítmények (pl. kutató-laboratóriumok) a vállalkozások egyik potenciális innovációs forrásaként szolgál. A tudás hasznosítása innovatív cégek létrehozásán, illetve kapcsolódó szolgáltatások nyújtásán keresztül érvényesül. Az itt létrejött innovációs milió tehát önmagában nem feltétlenül jelent regionális versenyelőnyt; hatása akkor érvényesül, ha a helyi környezet szereplői (egyetemek, vállalkozások, önkormányzatok) tudatosan építenek a helyben elérhető tudásbázisra és törekszenek az előnyök kiaknázására.

Lefolyási viszonyok modellezése ArcGIS 10 Desktop szoftverkörnyezetben

Török Viktor¹

¹Ph.D. hallgató, Eötvös Loránd Tudományegyetem, torokviktor.elte@gmail.com

Abstract: Due to anthropogenic activity and environmental changes we are more frequently up against extreme floods in Hungary. The most endangered territories are located in the mountains where many smaller streams flow with low quantity of water, but an extreme flash flood can be rapidly occurred by a heavy thunderstorm or a sudden snowmelt. In the present study I delineate by a GIS model how precipitation, relief and land cover affect surface runoff and stream flow in a narrow extent watershed. Based on the results, the maximum height of floods can be forecasted and flood protection processes and prevention can be projected easier. In the future researches I will try to develop the precision and the reliability of the model by the refinement of the input files.

Bevezetés

Hazánk földrajzi és hidrológiai helyzetéből adódóan az országban nagy gyakorisággal fordulnak elő számottevő károkat okozó árvizek. A korábbi kutatások szerint átlagosan 50 évente tapasztalhatunk az adott vízfolyásra jellemző katasztrófális árvízcsúcsot, ám ez a jelenség a 2000-es évek elejére jelentős mértékben felerősödött (HORVÁTH V. et al. 2005).

Ezek közül a legnehezebb a védekezés az olyan kisebb vízgyűjtővel rendelkező, hegyvidéki, felszíni vízfolyások esetén, ahol a kritikus vízállás ugyan epizodikusan fordul elő, ám ilyenkor rendszerint rendkívül gyors lefutású, az átlagos vízszintet több nagyságrenddel meghaladó árvízcsúcsot regisztrálunk.

A legutóbbi ilyen katasztrófa 2010 nyarán történt, amikor Észak-Magyarország kisebb vízfolyásai (Tilalmas-patak, Tolcsva-patak, Szinva-patak) duzzadtak valóságos folyamokká, és a térség folyói (Sajó, Hernád, Bódva) soha nem látott vízállásértékeket produkáltak egy aktív ciklon tevékenységének hatására (BÁLINT G.–TÖRÖK V. 2010).

Az érintett vízfolyásokon meglehetősen nehézkes az előrejelzés; egyrészt a vízgyűjtők kis mérete miatt a radaros csapadék-előrejelzés nem használható, másrészt a kiépített hidrológiai állomások hiánya miatt nem áll rendelkezésre olyan vízállás-idősor, melyet elemezve tendenciákat figyelhetnénk meg, ami elengedhetetlen a védelmi tervek és a megelőző intézkedések kialakításához.

A konkrét vízállásértékek hiányában megoldás lehet egy adott terület hidrológiai modellezése. Kutatásom alapkoncepciója az, hogy egy vizsgált területről készített domborzatmodell és felszínborítottság-térkép alapján olyan modellt alkossak, amely az aktuális csapadék, mint változó paraméter ismeretében meghatározza a lefolyási viszonyokat, különös tekintettel az árhullámokra.

Térinformatikai megoldások

Az ArcGIS 10 Desktop szoftverrel készített modell négy kiindulási adat-állománnyal (domborzatmodell, csapadékeloszlás, felszínborítottság, lefolyás) rendelkezik. Célja, hogy egy olyan állományt hozzon létre végeredményben, amely olyan adatokat tartalmaz, amelyek segítségével kiszámítható és ábrázolható a kifolyási szelvény árhullámképe.

A módszer során az említett szoftver számos eszköze használatra került, közülük külön kiemelném a Spatial Analyst Toolbox Hydrology eszköztárát, valamint a külön az efféle vizsgálati célokra 2009-ben kifejlesztett Arc Hydro Tools elnevezésű eszköztárat (<ftp://ftp.esri.com/ArcHydro/Setup10/>).

A bemutatott modell mintaterülete a Szuha-patak vízgyűjtője, a kifolyási szelvény az ecsegi vízmérce pontjában került meghatározásra, a felhasznált adatokat pedig a VITUKI és az OMSZ bocsátotta rendelkezésemre.

Domborzatmodell (DDM)

A domborzat lefolyási modellben betöltött szerepe megkérdőjelezhetetlen. Alapvetően a magasságkülönbség és a lejtőviszonyok határozzák meg ugyanis a lefolyó víz tulajdonságát, a számításokkor elsődlegesen figyelembe vett adat pedig a lejtőszög és lejtőhossz. Gyakorlatilag a lejtőviszonyok jelölik ki a völgyhálózatot, tehát a lefolyó vizek összegyülekezési helyeit is.

A DDM interpolációs pontatlanságai miatt el kell végeznünk néhány raszterműveletet a hidrológiailag nem összefüggő domborzatmodell elkerülése érdekében.

Nyelők feltöltése (Arc Hydro Tools → Terrain Preprocessing → Fill Sinks)

A DDM pontatlanságából származtatható lokális mélyedések nivellálása. Ez annyit jelent, hogy – a valósággal ellentétben – olyan térszínnek keletkeznek pl. egy völgyben, amelyeknek nincs lejtésük, illetve nem rendelkeznek náluk alacsonyabban fekvő szomszédos területtel (alacsonyabb értéket felvevő szomszédos pixellel), így a lefolyási irány nem meghatározható (TELBI SZ T. 2007). A módszer a hibás pixeleket látja el megfelelő értékekkel.

Lefolyásirányok (Arc Hydro Tools → Terrain Preprocessing → Flow Direction)

A lefolyási irányok vizsgálatánál meghatározható, hogy adott pixelből melyik pixel irányába indulna el a vízmolekula. A számos lehetőség közül a modellben a D8 módszer szerepel; a szoftver meghatározza a legnagyobb meredekségű pixelszomszédot, így ez az irány válik lefolyási iránnyá. (MIKITA A. 2007).

Összegyülekezés (Arc Hydro Tools → Terrain Preprocessing → Flow Accumulation)

Az eljárás során figyelembe vett tulajdonság, hogy adott pixelre hány irányból (hány darab másik pixel felől) érkezik a lefolyó víz (TELBI SZ T. 2007).

Vízhálózat meghatározása (*Arc Hydro Tools → Terrain Preprocessing → Stream Definition*)

Az eljárás azon a kérdésem alapul, hogy milyen esetekben tekinthető az adott pixel vízfolyásnak. A szoftver az összegyűlekezés raszterét alapul véve úgy számol, hogy ahol az említett raszter pixelértéke nagyobb egy általunk meghatározott küszöbértéknél, ott vízfolyást feltételez, minden más esetben nem. Maga a küszöb azt határozza meg, hogy hány pixelből kell lefolyásnak érkeznie a vizsgált pixelbe ahhoz, hogy vízfolyásként értelmezhesük. Beállítani az összegyűlekezés-raszter maximumának százalékában lehet, minél kisebb értéket adunk meg, a vízhálózat annál sűrűbb lesz. (ESRI, 2008).

A vízhálózat felosztása (*Arc Hydro Tools → Terrain Preprocessing → Stream Segmentation*)

Az előző lépésben megalkotott raszteres vízhálózat szakaszokra bontása; a lépés elengedhetetlen a vízgyűjtő-egységek lehatárolása végett.

Vízgyűjtők lehatárolása (*Arc Hydro Tools → Terrain Preprocessing → Catchment Grid Delineation*)

Az egyes vízfolyásokhoz tartozó vízgyűjtők lehatárolása az előzőekben meghatározott lefolyásirányok, mint domborzati tényező és a raszteres vízhálózat szakaszai, mint kifolyási szelvények alapján.

Vízgyűjtők vektorizálása (*Arc Hydro Tools → Terrain Preprocessing → Catchment Polygon Processing*)

A raszteres vízgyűjtők konvertálása vektoros formátumba. (Érdeemes a létrejövő részvízgyűjtők azon poligonjait vágni/összevonni, amelyekkel a továbbiakban dolgozni szeretnénk.)

A vízhálózat vektorizálása (*Arc Hydro Tools → Terrain Preprocessing → Drainage Line Processing*)

A raszteres vízfolyásszakaszok konvertálása vektoros formátumba. A művelet lényegében megegyezik az előző lépéssel, ebben az esetben azonban vonalas elemeket kapunk eredményül.

A fenti műveletek elvégzésével tehát egy korrigált domborzatmodellt hoztunk létre, melynek segítségével sikerült lehatárolnunk és vektoros formába konvertálnunk a vizsgált vízgyűjtőt és a hozzá, mint kifolyási szelvénybe kapcsolódó vízhálózatot.

Csapadékeloszlás

A csapadék területi eloszlásának alakulása jelentősen befolyásolja a lefolyás mértékét. Ahhoz, hogy megtudjuk, a vízgyűjtő mely pontján milyen mértékű csapadékesemény történt, meg kell vizsgálnunk a csapadékmérő állomások helyzetét. Mivel a csapadékmérők pontszerű létesítmények, természetesen nem kapunk pontos adatot a vízgyűjtő területének egészére.

Az egyik legjobb közelítési módszer Thiessen-poligonokat alkalmaz, melynek lényege, hogy pontszerű állomásokat összekötő szakaszok felezőmerő-

legesei által kirajzolt sokszögeket határoz meg. Egy adott sokszög középpontjában egy adott mérőállomást találunk, melynek adatai a hozzátartozó poligon határvonalain belül érvényesek (KONTUR I.–KORIS K.–WINTER J. 2003).

A gyakorlatban a megfelelő vetületben levő vektoros állományhoz a valós koordináták alapján hozzáadjuk a pontokat, majd egy határoló poligonon belül elkészítjük a Thiessen-poligonokat (*Analysis Tools* → *Proximity* → *Create Thiessen Polygons*).

Felszínborítás

A felszínborítottság jelentős befolyással van a lefolyás mértékére, menetére. Belátható, hogy azonos körülmények mellett nagy különbség van egy csupasz felszín, egy füves terület, vagy éppen egy sűrű lombos társulás esetén tapasztalt lefolyási értékben (VARGA GY. 2006).

A vizsgálathoz érdemes az 1:50 000 méretarányú CORINE (Coordination of Information on the Environment – a továbbiakban: CLC50) adatbázist, valamint a hozzá tartozó kategóriarendszert használni.

Ahhoz, hogy a CLC50 adatbázissal dolgozni lehessen, a meglévő adattáblához egy új mező hozzáadása szükséges, amelyben az adott főkategóriához tartozó, lefolyási sebességet és a felszín csapadék-lefolyás hányadát egyaránt befolyásoló viszonyszámok kerülnek feltüntetésre. (*I. táblázat*) Az új értékek egyrészt a lefolyási sebesség számításánál (később) kifejtett súlytényező miatt szükségesek, másrészt a lefolyó víz mennyiségének alakulását is befolyásolják.

1. táblázat Lefolyási tényezők alakulása a felszín borítottságának függvényében.

(*Forrás: KONTUR I.–KORIS K.–WINTER J. 2003.*)

1: 50 000 CORINE főkategória	Lefolyási tényező (α)
<i>Mesterséges felszínek</i>	0,6
<i>Mezőgazdasági területek</i>	0,18
<i>Erdők és természetközeli területek</i>	0,07
<i>Vizenyős területek</i>	0,01

Lefolyás

A lefolyás tanulmányozásánál figyelembe kell venni, hogy a vízgyűjtő különböző pontjaira hullott csapadék nem egyenletesen éri el a medret, illetve a vizsgált szelvény kifolyási pontját. A közvetlenül a mederbe hulló csapadék lefolyási ideje lényegesen rövidebb, mint a vízgyűjtő egy bizonyos terepi pontjára hulló csapadék esetén. A legfőbb befolyásoló tényezők a domborzat és a felszínborítás (KONTUR I.–KORIS K.–WINTER J. 2003). A lefolyás modellbe való beépítéséhez szükséges lépések a következő pontokban kerülnek bemutatásra.

Lefolyási sebesség

A fentieknek megfelelően külön kell vizsgálni a mederbeli, illetve a térfelszíni lefolyás sebességét.

A mederbeli lefolyás esetén egy valós, mért érték került a rendszerbe, ami ugyanabból az aspektusból, hogy nyilvánvalóan szakaszonként változik a vízfolyás sebessége, pontatlan, a modell kísérleti futtatásánál ugyanakkor kielégítő eredményt ad. A meglévő, raszteres vízhálózat-állomány tehát átosztályozásra került: a medret alkotó pixelek magát a mért értéket kapták, míg minden más pixel 0 értéket kapott.

A térfelszíni lefolyási sebességet a domborzatmodellből származtatott lejtőkategória térkép (*Arc Hydro Tools* → *Terrain Preprocessing* → *Slope*) értékei alapján – KENESSEY (1930) után – a

$$v_{tf} = 2 \sin \varphi^{0,6}$$

egyenlet – ahol v_{tf} : a térfelszíni lefolyás sebessége [m/s], φ : a lejtőszög [radián] – segítségével határozhatjuk meg. Az így kapott értékek további korrigálásra kerültek a rendelkezésre álló vektoros felszínborítás-állomány attribútum-táblájának megfelelő mezője alapján létrehozott raszteres állomány figyelembe vételével. Az említett mező egyébiránt a főkategóriák szerint megállapított lefolyási tényezőket tartalmazza (*I.táblázat*).

A gyakorlatban tehát megfelelő bemeneti adatokkal, megfelelő sorrendben elvégzett raszter alapú számításokat kell végrehajtanunk. (*Spatial Analyst Tool* → *Map Algebra* → *Raster Calculator*).

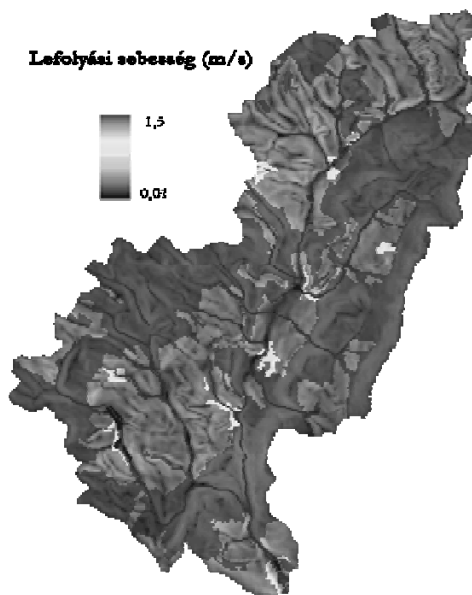
Az összesített lefolyási sebességet ezek alapján úgy határoztam meg, hogy a mederbeli és a térfelszíni lefolyási sebesség rasztereit összegeztem, majd egy feltétel megszabásával kinyertem a megfelelő értékeket a megfelelő pixelekhez (*I. ábra*). (Ahol a pixelek értéke nagyobb, mint a mért mederbeli sebesség, ott nyilván magukról a meder pixeleiről van szó, így az itteni értékek éppen a mért értékkel kell, hogy megegyezzenek, ahol pedig kisebb, ott biztosan nem beszélhetünk a meder pixeleiről, így ezek a pixelek a térfelszíni lefolyási sebesség esetén számított értékeket kapják.)

Lefolyási idő (*Spatial Analyst Tool* → *Hydrology* → *Flow Length*)

Első lépésben a lefolyási pálya mentén található, a vízgyűjtő szélétől a kifolyási pontig terjedő, pixelenként összegzett lefolyási utak hosszát kell meghatározunk. Lehetőség nyílik azonban arra, hogy a lefolyási utak hosszát pixelenként súlyozzuk. Amennyiben az imént számított lefolyási sebesség reciprokát választjuk súlytényezőnek, éppen a pixelenként összegzett lefolyási időt kapjuk eredményül. Ez azért elengedhetetlen, mert eredményül így olyan állományt kapunk, amelyben a lefolyási idő igazodik a vízhálózat képéhez. A szoftver SI

mértékegységet támogató rendszere miatt el kell még végeznünk egy 3600-zal történő osztás-korrekciót, így az eredetileg másodpercben kapott érték a hidrológiában ésszerűbben értelmezhető óra mértékegységre cserélhető (TELBISZ T. 2007).

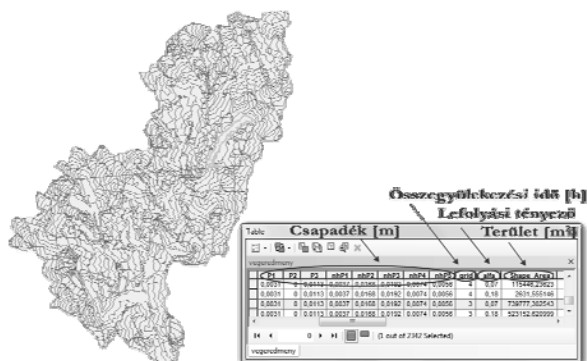
Eredményként tehát egy olyan rasztert kapunk, melyben a lefolyási idők izokronon vonalakat alkotnak, szemléletessé téve ezzel az összegyülekezési idők alakulását. Utolsó lépésként pedig vektorizálnunk kell, hogy a lefolyási idő is összevethető legyen a korábbi bemeneti állományokkal.



1. ábra Az összesített (mederbeli és térfelszíni) lefolyási sebesség raszterállománya
(Adatforrás: VITUKI)

Az állományok összekapcsolása

A fenti lépések során tehát a négy bemeneti adatból három különböző vektort határoztunk meg, melyek összemetszése (*Analysis Tools* → *Overlay* → *Intersect*) után egy rendkívül sok részre osztott vízgyűjtőt kapunk, melynek adat-táblájában minden egyes poligon rendelkezik területtel és lefolyási idővel (lefolyási idő számításának ága), jellemző lefolyási tényezővel (CLC50 csapadék-lefolyás hányadára vonatkozó mező), valamint csapadékértékkel (csapadékeloszlás meghatározásának ága) (2. ábra).



2. ábra A végeredményként kapott vektoros állomány és adattáblája
(Adatforrás: VITUKI)

Végeredmény

A modell végeredménye tehát egy olyan adattábla, melynek elemeiből meghatározható a kifolyási szelvény árhullámképe. Az adattáblát Excelben megnyitva kiszámolhatjuk a vízhozamot. Amennyiben a

$$Q = \frac{A \times P \times \alpha}{t}$$

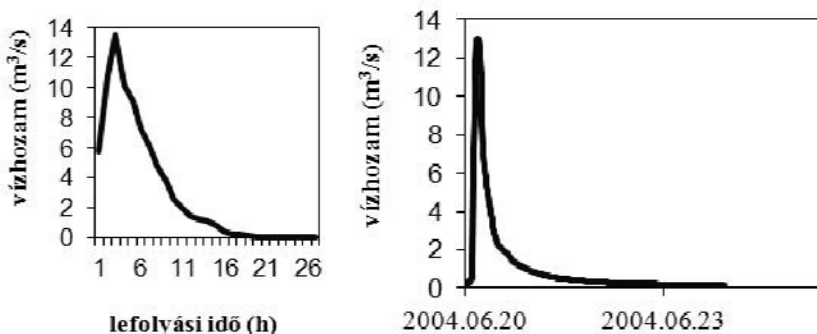
egyenlet – ahol Q: a vízhozam [m^3/s], A: a poligonok területe [m^2], P: a csapadék [m], α : a lefolyási tényező, t: pedig a lefolyási idő [sec] – eredményeit lefolyási idő szerint rendezzük, elkészíthetjük az adott csapadékhoz tartozó vízhozam-idő grafikont, azaz az árhullámképet.

Kalibrálás

Ahhoz, hogy ellenőrizhessük a modell pontosságát és megbízhatóságát, össze kell vetnünk valós, mért adatokkal. Az alábbi két grafikon egy 2004. június 20-22-i eseményt dolgoz fel. Egyik esetben a vízmércéről leolvasott valós vízállás értékből származtatott vízhozam-idő adatsor, míg a másik esetben a valós csapadékadatokkal futatott modell eredményeként kapott vízhozam-idő adatsor került megjelenítésre (3. ábra).

Mivel az árhullám regisztrált csapadékeseményhez köthető, a két görbe futása hasonló. Néhány különbséget azonban észrevehetünk. Az árhullám időtartamában tetten érhető egy jelentősebb differencia. A modell esetén ugyanis kizárólag az árhullám rajzolódik ki, amely a lefolyási idő maximális, 27 órás értéke alatt le is vonul, mivel a modell nem számol a beszivárgás táplálta alapvízhozammal, valamint a felszínközeli lefolyás (interflow) vízhozamnövelő hatásával.

A maximum eléréséhez szükséges idő azonban mindkét esetben 4-5 órára tehető, a csúcserték pedig szinte tökéletesen egybevág.



3. ábra A 2004. június 20–22.-i árhullám képe a modell, illetve a mért adatok alapján (Adatforrás: VITUKI)

Konklúzió

A fentiek alapján megállapítható, hogy a megalkotott modell működőképes, és használata mindenképp nagyban hozzájárulhat a kisebb méretű vízgyűjtők esetén történő vizsgálódások eredményességéhez. A modellt természetesen pontosítani is lehet. A rendszer legérzékenyebb része a csapadékeloszlás minél pontosabb bevitelének kérdése, melyet későbbi kutatásaim során kívánok fejleszteni. Elegendő adat birtokában érdemes lehet a poligon módszert izohiétás módszerre cserélni.

A mederbeli lefolyási sebesség szakaszonként több helyen történő, pontosabb mérésével szintén a valósághoz jobban illeszkedő képet kaphatunk. További javulás érhető el a domborzatmodell feldolgozásának finomításával. A jövőben a raszterből számított völgyhálózatot a valóságon alapuló vektoros völgyhálózattal kívánom korrigálni, amire remek lehetőséget kínál az Arc Hydro Tool DEM Reconditioning nevű eszköze is (ESRI, 2009).

Irodalom

- BÁLINT G.–TÖRÖK V. (2010): Ár-emelkedés? Villámárvizek és az észak-magyarországi árvízi helyzet. A Földgömb XII. (XXVIII.) évf. 2010/5. lapszám, pp. 36-47.
- ESRI (2008): ArcHYDRO / Watershed and Stream Network Delineation – Tutorial. HydroEurope, Austin. pp. 13-32.
- ESRI (2009): Arc Hydro Tools – Tutorial. Redlands. pp. 12-21.
- HORVÁTH V.–HUTTER S.–POLGÁRI M.–VIGH T. (2005): A Kisvízfolyás rendezés mai keletű problematikája a Csinger-patak (Ajka) példáján keresztül. XXIV. Országos Vándorgyűlés, Pécs. 23 p.
- KONTUR I.–KORIS K.–WINTER J. (2003): Hidrológiai számítások. Linograf Kft., Gödöllő. 583 p.
- MIKITA A. (2007): Lefolyás modellezés digitális domborzatmodell alapján. Diplomamunka, Budapest. pp. 25-36.
- TELBISZ T. (2007): Digitális domborzatmodellekre épülő csapadék-lefolyás modellezés. Hidrológiai Közlöny 87. évf. 3. szám pp. 53-59.
- VARGA GY. (2006): Hegy- és dombvidéki településeket érő katasztrófális vízkár megelőzésének komplex módszere. XXIV. Országos Vándorgyűlés, Pécs. pp. 2-5.

Az Ecsedi láp területéről készült légifelvétel pontosságvizsgálata, geodéziai mérések alapján

Varga Zsolt¹ – Bíró János²

¹tanársegéd Debreceni Egyetem Műszaki Kar Építőmérnöki Tanszék v.zs.ferenc@gmail.com

²meghívott előadó, Debreceni Egyetem Műszaki Kar Építőmérnöki Tanszék

Abstract: Reliability of orthophotos with the size of 1*1 m pixel is between 120 and 130 cm-s. This result can mostly be taken use of in identifying surface objects. This information can also be useful in case of planning when this limited accuracy is efficient so it is not reasonable to purchase more expensive orthophotos.

Előzmények

A vizsgált terület Mátészalkától DK-re, Nagyecsed és az országhatár között helyezkedik el. A területen 93 km nyílt csatorna került felmérésre. Az érintett csatornák közül viszont csak a Nemzetséges csatornát vizsgáltam, amely hossza 7 km (*1. ábra*). A csatorna északi része csatlakozik a Lápi főcsatornához, míg délkeleten az országhatárnál ér véget. Nyomvonala a 710–223 és a 710–241 szelvényszámú 10.000 méretarányú EOV térképeken található.



1. ábra A Nemzetséges csatorna elhelyezkedése

A jelenlegi kutatásnál használt ortofotóról a vizsgált csatornák digitalizálásra kerültek. A cél geodéziai felmérés és a digitalizálás eredményeinek összevetéséből annak megállapítása, hogy az alkalmazott légi felvétel milyen pontossággal rendelkezik. Ehhez meg kell határozni, az alkalmazott felmérési módszer és a felmérésre használt műszer megbízhatóságát. Meg kell határozni továbbá azt, hogy a digitalizálás milyen méretarányban történjen, vala-

mint azt is, hogy mi legyen az egyes terepi objektumok digitalizálásának sorrendje.

A vizsgálat során meghatározásra került a terepi mérés és a digitalizálás közötti eltérés a csatorna tengelyénél, a felvett pontok helyzeténél, valamint a csatorna területénél.

Alkalmazott módszerek

A kutatás során a terepi felmérésnél a Trimble R6 GPS-t használtam. (2. ábra)



2. ábra Alkalmazott műszer

A terepi mérés során 200 méterenként keresztmetszvények kerültek felvételre. A keresztmetszvények pontjai csatorna tengelyére merőlegesen a jobb part, tengely, bal part vonalában kerültek felvételre. A keresztmetszvényeken kívül ábrázolásra kerültek a csatorna alakjelzői, pontjai, csőátereszek és hidak is. A mérés során meghatároztuk az EOV koordinátákat, majd a pontok összekötésével ábrázolásra került a csatorna tengelye vonalként, illetve a jobb és bal part által határolt terület poligonként. A dxf file létrehozását ITR programban végeztem. Az így készült file képezte az összehasonlítás terepi adatait. A dxf file-t az ArcView 3.2-es szoftverbe importáltam.

A digitalizáláshoz georeferált ortofotót használtam (3. ábra). Az ortofotó 2005-ben készült és 1x1 m-es pixelmérettel rendelkezik, melynek felhasználásával különböző láthatósági méretarányokban, különböző pontosságú digitalizálás végezhető.



3. ábra Ortofotó részlet a kutatási területről

A digitalizálás Arcview 3.2. szoftverrel történt. A program felhasználásával kerültek meghatározásra a hosszak és területek egyaránt.

Eredmények

A terepi mérés műholdas helymeghatározással történt. A műholdas helymeghatározásnál számos hiba adódhat (pl. a műholdvevő távolsághibája, a jelek vétele során fellépő hibák, továbbá geometriai, radiometriai hibák). Pontatlanságot eredményez, hogy a GPS vonatkozási rendszere ETRS89, vagy WGS84 eltér a hazánkban alkalmazottól. Magyarországon vízszintes értelemben a Hungarian Datum, HD72 (alapfelülete a GRS-67, más elnevezéssel IUGG67 ellipszoid) magassági értelemben pedig a balti közepes tengerszintet használjuk. Az eltérő alapfelületek miatt az átszámítás csak közelítő módszerrel lehetséges. (KRAUTER A. 2007)

Külön meg kell említenünk a felmérésre használt műszer pontosságára vonatkozó vízszintes és magassági paramétereket (Trimble R8 GNSS and R6/5800 GPS Receivers User Guide).

A műszer pontossága kinematikus mérés esetén:

vízszintes értelemben: $\pm 10 \text{ mm} + 1 \text{ ppm RMS}$,

magassági értelemben: $\pm 20 \text{ mm} + 1 \text{ ppm RMS}$

A fenti hibákon kívül a mért koordinátákat az OGPSH pontok keret-hibája, valamint az alappontok kiegyenlítéséből származó hibák is terhelik. A terepi mérés megbízhatóságának vizsgálatához meghatározásra került a munkaterületen lévő 3 db OGPSH alappont. A mérés minden egyes alapponton 180 epochan keresztül tartott. A dy és dx koordináta eltéréseket az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat *Vízszintes koordináta eltérések abszolút értékeinek átlaga mm-ben, a földi meghatározáshoz viszonyítva*

Referen- ciapont száma	Y_R	X_R	Y_M	X_M	dy	dx
710-2070	903 694,010	274 183,680	903 694,030	274 183,630	2	5
710-2124	888 709,800	283 639,240	888 709,882	283 639,273	82	33
710-2342	892 131,050	273 045,680	892 131,056	273 045,736	6	56
					30	31

A fenti táblázat adatai alapján megállapíthatjuk, hogy a vízszintes koordináta eltérések átlaga a kutatási területen $\pm 3 \text{ cm}$. A szakirodalom (http://www.agt.bme.hu/tantargyak/msc/bmeeoafmlt1/BMEEOAFMLT1_jegyze_t.pdf) szerint is az RTK mérések ponthibája 40 km-nél kisebb bázishossz esetén 1-3 cm.

A terepi felmérés hibájának másik összetevője abból adódik, hogy a részletpontok helyének pontjelölése nem egzakt, így egy részletpont újbóli mérése esetén nem tudjuk a műszert pontosan az előző ponthelyre helyezni. A mérési tapasztalatok alapján ez a hiba 0–15 cm közötti pontatlanságot okoz. A felmérésből adódó hibák összesen maximum 18 cm-t eredményezhetnek.

Az ortofotoról először a csatorna tengelye került digitalizálásra. Ez a vonalas létesítmény legkönnyebben azonosítható eleme a képen. Ezek után került digitalizálásra a csatorna jobb és bal partvonal, ami a növényzet miatt már nehezebben azonosítható, de ehhez jó támpontot adott a már numerikussá tett tengely. Különböző méretarányokban más-más pontosságú vektoros térkép készíthető.

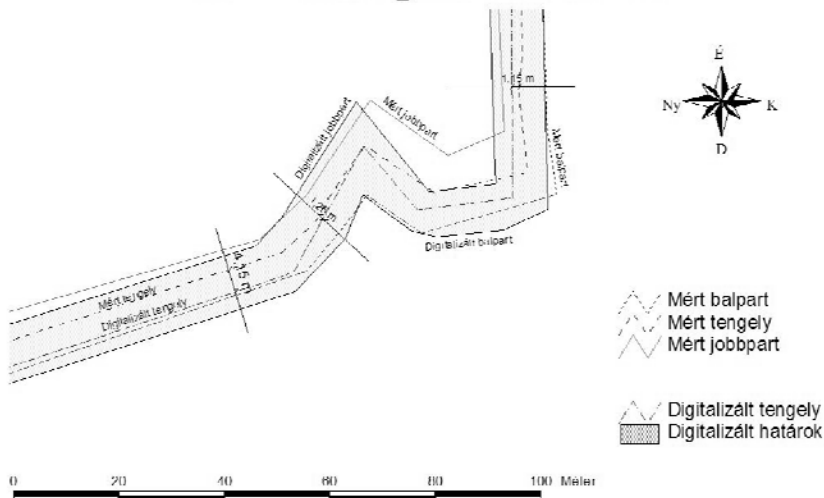
Az 1:2500-tól kisebb méretarány esetén a digitalizálással a pontosság oly mértékben csökken, hogy a gyakorlatban már nem használhatók az adatok. Ennél a méretarálynál éri el az 1 m x 1 m-es pixelek mérete a képernyőn a 0,4 mm-es értéket, ami az emberi szem számára még nem teszi láthatóvá a pixeleket. A képernyőn való láthatóságuk 1:1700-as méretaránytól kezdődik, ahol a fenti méret 0,6 mm-re nő. A méretarányt tovább növelve, 1:1000 ese-

tén a kép egyértelműen pixeles, hiszen itt már a képet alkotó négyzetek mérete eléri az 1 mm-t. 1:500 méretarány esetén már 2 mm-es a pixelméret, ami már a képernyőn való tájékozódást is jelentősen megnehezíti. Megállapítható, hogy a digitalizálás 1:1000 és 1:1700 méretarányok által meghatározott intervallumon belül a legideálisabb az emberi szem számára. A digitalizálást 1:1650 méretarányban végeztem. Ezután az így keletkezett vektorok és a felmérésből származó adatok összehasonlítására került sor. A vonalas eltérések meghatározása úgy történt, hogy az eltérésekre egy-egy intervallumot határoztam meg, melyeket a hozzá tartozó távolságokkal súlyoztam és számítottam a középértéküket (4 ábra).

$$\frac{l_1 \cdot t_1 + l_2 \cdot t_2 + l_3 \cdot t_3 + \dots + l_n \cdot t_n}{\sum t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}$$

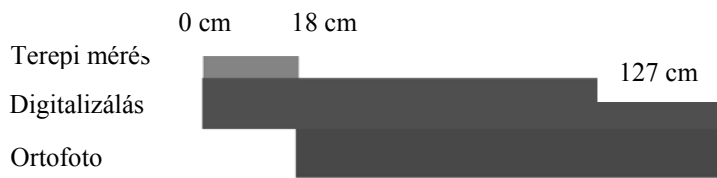
ahol, l – vonalas eltérések
 t – vonalas eltérésekhez tartozó hosszak

Nemzetséges csatorna



4. ábra Vonalas eltérések

A vonalas eltérések súlyozott átlagát vettem össze a terepi felmérés pontosságával (5. ábra)



5. ábra Az ortofotó megbízhatósága

Az ortofotó megbízhatóságát, tehát a terepi felmérésre és a digitálizálásra vonatkozó mérőszám különbsége határozza meg, ami a kutatási területre vonatkozóan 127 cm. Ez természetesen csak akkor van így, ha a mérésből eredő hiba a maximumon van.

Összehasonlításra került továbbá a terepi felmérés pontjai által alkotott poligon és a digitalizálásból keletkezett poligon területe. A csatorna mért területe 52220 m² a digitalizált területe 60553 m². A különbség 8333 m². A digitalizált csatorna kerülete 15 037 m. A vonalak helyzeti pontosságának abszolút értéke a terület meghatározásából számítva 1,11 m.

$$\frac{K_D - H}{2} / (T_D - T_M) = 1,11 \text{ m}$$

ahol, K_D – digitalizált poligon kerülete
 H – poligon két rövid oldalának összege
 T_D – digitalizált terület
 T_M – mért terület

Ha ehhez az értékhez hozzáadjuk azt az eltérést amelyeket a pozitív és negatív területek kieséséből származnak, úgy ez az érték eléri a 120 cm-es értéket, ami azt igazolja, hogy az ortofotó megbízhatósága 120–130 cm között van.

Összegzés

Az elemzésből kiderül, hogy 1x1 méteres pixel mérettel rendelkező ortofotók megbízhatósága 120–130 cm között van. Az eredményt legfőképpen terepi objektumok azonosítása során lehet használni. Az elemzés hozzásegít a térkép terepazonos pontok pontosságának meghatározásához. Hasznos lehet abban az esetben is, ha az adott tevékenységhez, tervezéshez elegendő a fenti pontosság, úgy nem érdemes nagyobb felbontású drágább felvételeket vásárolni. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni azt, hogy az intervallumra meghatározott pontosság átlagértékek számításán alapszik.

Irodalom

KRAUTER A. (2007): Geodézia, Műegyetemi kiadó p.505
http://www.agt.bme.hu/tantargyak/msc/bmeeoafmlt1/BMEEOAFMLT1_jegyzet.pdf
TRIMBLE R8 GNSS and R6/5800 GPS Recerviers User Guide

A defláció és az eróziós völgyek kapcsolatának vizsgálata térinformatikai eszközökkel

Végh Tamás¹

¹ hallgató, geográfus MSc I., ELTE TTK FFI, Természetföldrajzi Tanszék
e-mail: veghtamas1982@gmail.com

Abstract: In the interpretation of geomorphological evolution of Carpathian basins Quaternary, one of the most divisive question of the researchers is, if the tectonic deformations or eolian processes play the most important role in the landscape development. On the hilly areas and along the Danube's Pleistocene residual surfaces otherwise difficult to distinguish the tectonic structures (e.g. faults) and traces of deflation (e.g. yardangs), because their directions are nearly parallel in some locations. The studies of high-precision digital elevation models may help to understand it. This study establishes a close morphological relationship between eolian landforms and the valleys on the Bába-Dunaszekcső study area.

Bevezetés és célkitűzések

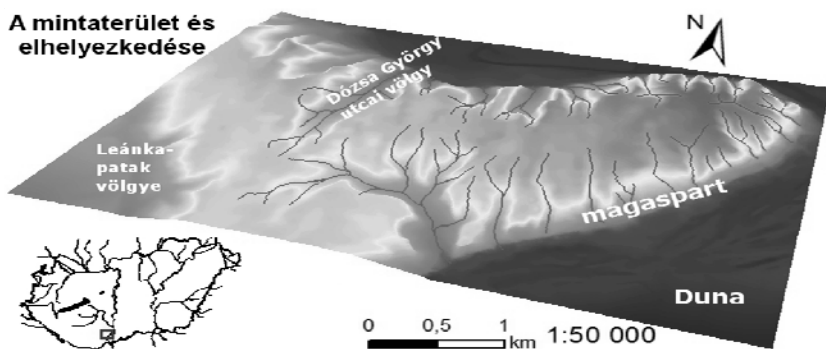
Az eolikus felszínformálás szerepének tisztázása a Kárpát-medence mai domborzatának kialakulásában, a hazai természetföldrajz egyik legrégebben vitatott kérdése. A defláció nyomainak felismerése már több mint egy évszázada megtörtént (PAPP K. 1899), a fiatal domborzati elemek kialakításában betöltött szerepe csupán később került előtérbe (LÓCZY L. 1913; CHOLNOKY J. 1918). Az elmúlt évtizedekben számos kutatás látott napvilágot, amik a defláció jelentőségét erősítik. Célzott kutatómunkának köszönhetően növekedett az ismert éleskavics előfordulások száma (JÁMBOR Á. 2002), a pleisztocén-holocén homokmozgásokkal kapcsolatban számos új eredmény született (GÁBRIS GY. 2003) és nagy hangsúly helyeződött a pozitív és negatív maradványformák vizsgálatára (CSILLAG G. et al. 2010). Több tanulmány is foglalkozik a megfigyelt felszínformák csapásirányai-val, amik a domborzatmodellek alapján jó egyezést mutatnak a jelenkori és a pleisztocénben is jellemző szélirányokkal (CSILLAG G. et al. 2010).

A kutatók másik csoportja a tektonika szerepét hangsúlyozza a dunántúli völgyek és a hátaik csapásirányának kialakításában. A vetők és törésvonalak csapásiránya számos területen esik egybe a domborzat futásával, ami tektonikusan preformált domborzatot sejtet és sok esetben nehezen különíthető el a tektonika, illetve a defláció szerepe a mai domborzat kialakításában. A kérdéssel elsőként a Dunakömlőddel kapcsolatos munkám során találkoztam, ahol a deflációs felszínformák közel párhuzamosan futnak a törésvonalakkal (VÉGH T. 2011).

A tanulmány célja deflációs maradványformák és folyóvízi erózióval hátravágódó völgyek kapcsolatának vizsgálata. A nagy felbontású domborzatmodellek segítenek a felszínformák eddigieknél részletesebb és pontosabb leírásában, ami lehetőséget kínálhat annak eldöntésére, hogy a felső pleisztocén és holocén felszínnek alakításában a tektonika, vagy az eolikus felszínformálás jelentősége volt nagyobb.

A mintaterület bemutatása

Mintaterületnek a Duna mentén található Báta és Dunaszekcső közötti pleisztocén maradványfelszín választottam, ami a DK-re található Duna-meder és az északra elterülő ártér közé ékelődik, nyugatról a Leánka-patak völgye határolja (1. ábra). A vizsgált eolikus formák azonosítására csupán úrfelvételek álltak rendelkezésre. A mintaterület nyugati szélét a Dózsa György utcai völgy adta, mert csak ettől keletre található jól lehatárolható deflációs nyomok. A Báta-Dunaszekcső magaspart nagyjából 70 méteres pleisztocén üledékösszlete 50–70 méterrel emelkedik a Duna árvízi szintje fölé (PÉCSI M. 1979). Feltárásokból tudjuk, hogy a magaspartot lösz-paleotalaj sorozat alkotja, a felszín alatt megtalálható a Paksi Téglagyár falában is leírt "fiatal löszök" teljes sorozata (HUM L. 2001).



1. ábra A mintaterület elhelyezkedése és 2 m/pixel terepi felbontású domborzatmodellje

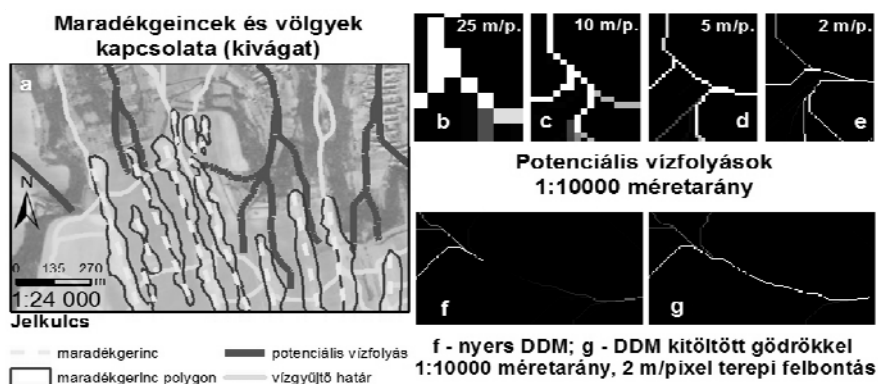
A 6,5 km²-es mintaterület fő jellegzetességét a maradékfelszínbe a magaspart pereme felől bevágódott, folyóvízi erózióval mélyülő és hátravágódó völgyek adják, a magaspartot tömegmozgásos felszínformák tagolják. Sokkal kevésbé hangsúlyos formák a földművelésre használt platón megfigyelhető, legfeljebb 2–3 méter magas, 5°-nál kisebb lejtésű hosszanti kiemelkedések, amikhez talajeróziós nyomok kapcsolódnak. A felszín ezen jellegzetessége ellaposodott eolikus maradékgerincként értelmezhető (CSILLAG G. et al. 2010), amiről lepusztult a talaj felső szintje. A lehordódott termőréteg az egykori szélbarázdákban halmozódik fel, a maradékgerincek kiemelkedésein a világos talajképző kőzet (löss) bukkan elő, ezáltal jól felismerhető a két felszínforma maradványa. A völgyek hosszú szakaszokon párhuzamosan futnak a maradékgerincekkel és a völgyfők a legtöbb esetben szélbarázdákba simulnak.

Vizsgálati módszerek és adatfeldolgozás

Az összehasonlító vizsgálatához a maradékgerincek fő csapásirányát és az eltérő irányú völgyszakaszok futását határoztam meg. A vizsgálatához szükséges adatokat az ESRI ArcGIS 9.3 Desktop ArcMap alkalmazásával állítottam elő.

Első lépésben digitális domborzatmodellt (DDM) készítettem. A szabad hozzáférésű SRTM nem biztosított kellően nagy felbontást a vizsgálathoz, így a DDM 1:10000-es méretarányú EOVS térképszelvény szintvonalainak digitalizálásával készült el, a nagyobb felbontás érdekében a felező segéd-szintvonalakat is digitalizáltam.

A DDM-et az ArcMap Topo to Raster Toollal készítettem el, mivel ez az eljárás eredményezte a legkevesebb interpolációs hibát. A későbbi lépések során, sem a Tool által kalkulált 25 méteres, sem a 10 méteres terepi felbontás nem biztosított kellő részletességű domborzatmodellt, így 5 és 2 méteres felbontást alkalmaztam (2.b-e ábra). A nagy felbontás hátránya, hogy a DDM-ben a szintvonalak által nem jelzett gödrök (sink) jelentek meg (2.f ábra). A völgyszakaszok irányát a potenciális vízfolyások irányával határoztam meg, erre a 2 méteres felbontású DDM volt a legalkalmasabb. Mivel itt a gödrösödés jelentős volt, ezért szükség volt a gödrök kitöltésére (Fill Tool) (2.f ábra).



2. ábra Az adatfeldolgozás eredményei. A völgyek és a maradégerincek digitalizált futása (a), a különböző felbontású domborzatmodellek összehasonlítása (b-e), valamint a nyers- (f), és a gödrösödés kiküszöbölése utáni DDM potenciális lefolyásainak összehasonlítása (g).

Az így előállt raszterből már a völgyek egész hosszára meg tudtam határozni a Flow Direction és a Flow Accumulation Tool egymás utáni alkalmazásával a felszín potenciális lefolyási irányait, a vízszintes kitöltéseken nem volt tapasztalható a vízfolyás jelentős oldal irányú kitérése. Ebből további 3 raszter készült a Raster Calculator Tool segítségével. Az eredményül kapott állományokban 1-es értéket kaptak azok a pixelek ahová legalább a feltételnek megadott számú képpontról folyik össze a víz, 0 értéket ahonnan kevesebbről, feltételnek 100, 400 és 1000-es értéket adtam meg. Az így előállt 3 állomány alapján egy polyline típusú shapefileban digitalizáltam azokat a potenciális vízfolyásokat, amik az EOVS térképlapok alapján eróziós völgyekben jelennek meg (I. adatsor) és külön digitalizáltam az 1000-es feltétellel kapott összes, völgybe érkező potenciális vízfolyást

(II. adatsor). A két polyline típusú shapefile völgyvonalait a töréspontok mentén különálló vonalakra bontottam és az Easy Calculate kiegészítő Get_Azimuth kifejezésével meghatároztam a vonalak csapásirányát. A kifejezés a vektor kezdőpontjához képest a végpont irányát adja meg. A maradékgerincek digitalizálása úgy történt, hogy a digitalizált szakaszok iránya minden esetben délies volt, a völgyek esetében pedig a völgykapu iránya.

A maradékgerincek csapásirányát a karszkutatásban is alkalmazható módszerrel határoztam meg, ahol hasonló eljárással a töbrök hossz tengelyének iránya adható meg (PERGE K. 2009). ArcMap-ban Base Mapnak a Bing Map Aerialt állítottam be. 1:50000 méretarány alatt a talajpusztulás következtében kiválóan láthatók a maradékgerincek, amiket poligonokkal határoltam körbe. A Bounding Containers scripttel megszerkesztettem a poligonok köré írható legkisebb kört. Megfelelően sűrű töréspontok esetén a kör és a poligon két érintkezési pontja jó közelítéssel a felszínforma hossz tengelyét adja. A korábban ismertetett módszerrel határoztam meg a csapásirányt.

Azon feltételezésből kiindulva, hogy az interpoláció során előállított DDM vízgyűjtő határai részben a magaslatként megjelenő maradékgerinceken futnak, az 5 méteres terepi felbontású nyers DDM-ből meghatároztam a maradványfelszín vízgyűjtő területeit (Spatial Analys Tool/Hydrology/Basin), majd az ArcHydrology Tools kiegészítés Catchment Line Processing segítségével a vízgyűjtő határok poligonját. A Basin Tool a vízgyűjtőket a DDM 2 m/pixel terepi felbontásnak megfelelően jelölte ki, így a vízgyűjtőhatárok is a képpontok széle mentén futnak. Az eredményül kapott poligon tehát a töréspontok között diszkrét értékeket vett fel ($0+n*90^\circ$) – sakktablás megjelenésű – ezért szükség volt a vízgyűjtőhatárok digitalizálására, az egyenesek csapásirányát pedig a korábban ismertetett módon határoztam meg.

A mintaterületen 44 maradékgerinc és 26 völgy futását sikerült meghatározni, a kapott adatok némi formázást követően már alkalmasak voltak az elemzésre.

Eredmények

A H.C.O. GEOrient szoftverével elkészítettem a maradékgerinc vonalak, a völgyeket meghatározó potenciális lefolyási vonalak és a vízgyűjtő határok szakaszainak irányait mutató rózsadiagramokat (3. ábra). A 3.a-f,i,k ábrák rózsadiagramjai az egyes irányokhoz tartozó vonalszakaszok számát, a 3.g-h,j ábrák a szakaszokhoz tartozó völgyhosszak összegét ábrázolják, a völgyeknél és a vízgyűjtő határoknál 5° -os, a maradékgerinceknél 2° -os osztályokba sorolva. A grafikonokból kapott fő csapásirányokat és a feldolgozott völgyszakaszok számát táblázatba foglaltam (1. táblázat).

Az EOVS térképlapok által jelzett eróziós völgyek lefolyási irányai (I. adatsor) $160,7^\circ$ – $340,7^\circ$ -os fő csapásiránnyal (3.a ábra), továbbá azon képpontok által meghatározott potenciális lefolyási vonalak, ahová legalább 1000 pixelről gyüle-

kezik össze a víz (3.b ábra) a 159°-339°-os csapásiránnyal (II. adatsor) jó egyezést mutatnak. Ez igazolja, hogy a kétféle lefolyási vektoros állomány nem tér el jelentősen. A II-es adatsor diagramjának 1,7°-kal eltérő fő csapásirányát a nagyobb számú digitalizált hozzáfolyás okozza.

1. táblázat A rózsadiagramokon megjelenő fő csapásirányok, a szakaszok darabszáma (a) és hossza (b) alapján, valamint a völgyek adatainak fő csapásirányai a poláris rózsadiagram alapján (c).

Felszinforma	Adatok	Fő csapásirány (a)	Fő csapásirány (b)	Fő irány (c)
völgyek, I. adatsor	1712 vonal	160,7°- 340,7°	164,8°- 344,8°	67,6°
völgyek, II. adatsor	2259 vonal	159,0°- 339,0°	165,1°- 345,1°	82°
maradékgerincek	44 tengely	164,0°- 344,0°	164,8°- 344,8°	-
vízgyűjtőhatárok, I. adatsor	2049 vonal	158,9°- 338,9°	159,5°- 339,5°	-
vízgyűjtőhatárok, II. adatsor	1885 vonal	159,3°- 339,3°	160,6°- 340,6°	-

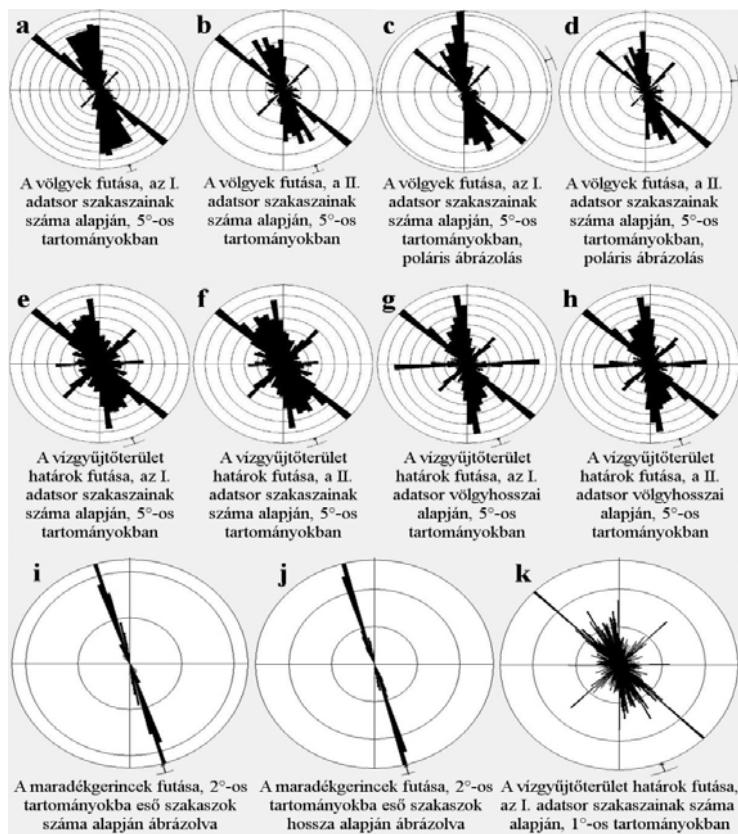
Hasonló egyezés mutatkozik a két adatsorhoz igazított vízgyűjtőhatár vonalak irányának összehasonlításából, ahol az I. adatsor fő iránya 158,9°–338,9°, a II. adatsor fő iránya 159,3°–339,3° (3.e-f ábra). A maradékgerincek irányai kis szórással 164,0°–344,0°-os futásúak (3.i-j ábra).

Mindkét adatsor völgyszakaszainak irányait poláris rózsadiagramon is ábrázoltam. A poláris rózsadiagram a szakasz irányitottságát adja meg (például.: 90°), szemben a hagyományos ábrázolásmóddal, ahol eredményül csapásirányt kapunk (például.: 90°–270°). A vonalszakaszok irányát a vonal végpontjának iránya határozza meg. A digitalizálás a völgyek potenciális lefolyási raszterein úgy történt, hogy a vonal végpontja a lefolyás irányába mutat. A poláris diagramok kissé aszimmetrikusak, ami egyértelműen abból ered, hogy a mintaterület nyugati határa a platón húzódik, míg keleti határát a magaspárt pereme adja, ahol a völgyek keleties irányban futnak ki az ártéri síkra (3.c-d ábra).

Mindenképpen meg kell jegyezni, hogy a völgyek, de különösen a vízgyűjtőhatárok adatsorainak egy fokos osztályközökkel megrajzolt kördiagramján kiugró csúcsok jelentek meg a 0°+n*45°-os irányokban, ami annak köszönhető, hogy a lefolyási irányok a sík és közel vízszintes felszíneken ezeket az irányokat vették fel. Az EOVS térképek és a domborzatmodell alapján egyértelmű, hogy ezek a kiugró értékek a Flow Direction interpolációjának köszönhetőek és nem a valós lefolyási irányokat jelzik (3.k ábra).

A rózsadiagramokat ezen felül oly módon is elkészítettem, hogy sugárirányban nem a szögterületekbe jutó vonalak darabszámát, hanem azok hosszát ábrázoltam (3.g-h ábra). Ezzel a módszerrel hasonló fő irányok jelentek meg a völgyekre, a maradékgerincekre és a vízgyűjtőhatárookra is (1. táblázat). Az ily módon előállított ábrák közül, a völgyek hosszait ábrázoló rózsadiagramok nem voltak alkalmasak a szemléltetésre, mivel a lefolyási irányok meghatározása során az interpolációból eredő hiba által kitüntetett irányok főként sík területre estek, így

azok együttes hossza jóval meghaladta a köztes irányok hosszát. A hiba a vízgyűjtők határainak rózsadiagramjain is megjelenik, a 3.a és 3.k ábrákon jól látható, hogy a hiba a felbontás növelésével egyre hangsúlyosabb. A maradékgerincek hasonló ábrázolása (3.j ábra) közel azonos futást adott, mint a völgyszakaszok darabszámának diagramja (1. táblázat).



3. ábra A GEOrient szoftverrel szerkesztett rózsadiagramok

Következtetések

A kapott eredmények egyértelműen kapcsolatot mutatnak a völgyek futása és a maradékgerincek iránya között. Az úrfelvételeken megfigyelhető maradékgerincek futása és a domborzatmodellre illesztett potenciális lefolyási irányok jól mutatják a lefolyó víz által kialakított felszínformák és az eolikus formák egymáshoz való illeszkedését. A völgyfők kevés kivételtől eltekintve a maradékgerincek közti, lepusztult talajjal kitöltött szélbarázdákba simulnak. A fentiek alapján a morfológia kialakulásának két, részleteiben eltérő genetikai modellje írható le, kihangsúlyozva azt a tényt, hogy ezen munka a külső erők szerepét vizsgálja, a felszín közeléig hatoló vetődések és törések nyomait, vagyis a tektonika szerepét nem

taglalja. A tektonikus deformációk a negyedidőszaki üledékekben, hagyományos geofizikai (szeizmikus) módszerekkel nehezen nyomozhatók, ám az elmúlt években több olyan kutatási eredmény született, ami a tektonikai hatásait mutatta ki pleisztocén-holocén üledékekben (NÁDOR A. 2005).

A maradékgerincek és szélbarázdák a legfiatalabb löszrétegen alakultak ki, aminek poranyaga valószínűleg az utolsó eljegesedés idején rakódott le. Ekkor az éghajlat és a főleg lágyszárúakból álló növényzet lehetővé tette a defláció aktív felszínformálását. Fontos megjegyezni, hogy a tág földrajzi környezet domborzati jellege ekkor már a maihoz hasonló volt, így a szélirány a maival megegyező, ÉNy–DK-i lehetett (OMSZ, 2012). A leírt deflációs felszínformák kialakulásához a mintaterületnél jóval nagyobb kiterjedésű egységes felszínre volt szükség, ami azt feltételezi, hogy a Duna medre az eolikus formák kialakulását követően ért a területre és pusztította le a mai ártér helyén egykor magasodó pleisztocén rétegsort. A völgyek bevágódása ekkor kezdődhetett, amit két folyamat határozhatott meg. Csuszamlások már ekkor is megjelenhettek a magaspart peremén és a megbomlott felszín alkalmas volt arra, hogy a lineáris erózió nagy mennyiségű üledéket elszállítva, gyorsan bevágódjon. A kapott eredmények azonban a völgyek kialakulásának egy másik lehetőségét is felvetik.

A maradványfelszínen megfigyelhető eróziós nyomok alapján a felszínre hulló csapadékvíz a szélbarázdákban gyülekezik össze. Ennek következtében a barázdák területén több víz szivárog be, mint a maradékgerinceken, így az üledék szemcséit cementáló karbonát oldódása és a kötőanyag távozása a rétegből hatékonyabban zajlik, adott esetben itt prognosztizálható a szuffózió megjelenése. A csapadékvíz azon része, ami nem szivárog be, a barázdák mélyedéseiben folyik le a maradványfelszínről, a magaspart pereme felé. Nyilvánvaló, hogy a lineáris erózió a magaspart peremnél a barázdákban erősebb bevágódást eredményez, hiszen a maradékgerinceken eleve jóval kisebb vízmennyiség lefolyása várható. A lefolyó víz munkavégző képességét csak tovább hangsúlyozza a barázdák magaspart peremi kifutásainál, hogy az összegyülekezett víz okozta erősebb oldás miatt meggyengült összletbe, a lefolyó víz mélyebben képes bevágni, ezáltal nagyobb mennyiségű üledéket tud lehordani az ártérre. Végeredményben a magaspart mentén a szélbarázdák végeinél várható a völgyek bevágódásának kezdete.

Bármely fejlődési modell bizonyuljon is helyesnek a völgyek futásának kialakításában, a legtöbb esetben a völgyek legfiatalabb szakaszai maradékgerincek között, azokkal párhuzamosan futnak, a völgyfőket pedig szélbarázdákban találjuk (2.a ábra). Az eredmény arra utal, hogy a maradékgerincek futása a mintaterületen előre jelzi a völgyek irányultságát. A negyedidőszaki üledékek vetőinek és törésvonalainak vizsgálata nélkül azonban nem jelenthető ki egyértelműen, hogy az eolikus felszínformák az egyetlen, vagy döntő meghatározói a domborzat szerkezetének, tehát a tektonikus elmozdulások lehetséges hatásaival is számolni kell a völgyek kialakulásánál, továbbá terepi vizsgálatokkal pontosítani kell a térinformatikai elemzést.

A fejlődéstörténeti modell pontosításához és annak eldöntésére, hogy a völgyek futását a két leírt folyamat közül melyik befolyásolja nagyobb mértékben, további vizsgálatok szükségesek. A kis méretű mintaterületen csupán kevés számú völgy és maradékgerinc adataival tudtam dolgozni, az űrfelvételek a maradványfelszínen nem tették lehetővé a mintaterület nyugati kiterjesztését. A nagyobb mennyiségű minta szolgáltatta több adat már lehetővé tenné a völgyek fejlődési sorba rendezését a morfológiai paraméterek alapján, figyelembe véve a lepusztulás domborzat által is meghatározott sebességét. Egy ilyen fejlődési sor és a nagy mennyiségű, pontos morfológiai adat közelebb vihet a vázolt elképzelések ellenőrzéséhez, valamint a tektonika és a defláció szerepének tisztázásában is segíthet. Mindezekhez azonban egy pontosabb domborzatmodellre van szükség. A vizsgált pozitív és negatív deflációs maradványformák szintkülönbsége nem haladja meg a 2-3 métert, ezért az adatok előállításához méteres pontosságú terepi- és deciméteres pontosságú magassági felbontást adó domborzatmodell lenne alkalmas, amit a jövőben lézeres magasságmérő berendezés (LIDAR) adataiból szeretnék majd előállítani.

Irodalom

- CHOLNOKY J.* (1918): A Balaton hidrográfiája. In: A Balaton Tud. Tanulm. Eredményei I./II., Magyar Földrajzi Társ. Balaton Biz., Bp. p. 316.
- CSILLAG G.–FODOR L.–SEBE K.–MÜLLER P.–RUSZKICZAY-RÜDIGER ZS.–THAMÓNÉ BOZSÓ E.–BADA G.* (2010): A szélérozóio szerepe a Dunántúl negyedidőszaki felszínfejlődésében. In: Földtani Közlöny, 140 (4), pp. 463-481.
- GÁBRIS GY.* (2003): A földtörténet utolsó 30 ezer évének szakaszai és a futóhomok mozgásának főbb periódusai Magyarországon. In: Földrajzi Közlemények, 127 (51), pp 1-14.
- HUM L.–SÜMEGI P.* (2001): Dunaszekcsői pleisztocén rétegsorok malakológiai vizsgálatai. In: Malakológiai Tájékoztató, 19., pp. 17-27.
- JÁMBOR Á.* (2002): A magyarországi pleisztocén éleskavics előfordulások és földtani jelentőségük. In: Földtani Közlöny, 132 (Különszám), pp. 101-116.
- LÓCZY L. ID.* (1913): A Balaton környéki geológiai képződmények és ezeknek vidékek szerinti telepődése. In: A Balaton Tud. Tanulm. Eredményei I./I., Magyar Földrajzi Társ. Balaton Biz., Bp. p. 617.
- NÁROR A.–THAMÓNÉ BOZSÓ E.–MAGYARI Á.–BABINSZKI E.–DUDKO A.–TÓTH Z.* (2005): Neotektonika és klímaváltozás együttes hatása a Körös-medence késő-pleisztocén vízhálózat fejlődésére. In: A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése, 2005, pp. 131-148
- OMSZ* (2012): Magyarország éghajlata. (utolsó megnyitás: 2012. március 25), http://met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/szel/
- PAPP K.* (1899): Éles-kavicsok (Delikanterek) Magyarország hajdani pusztáin. In: Földtani Közlöny, 29 (5-7), pp. 137-147.
- Perge K.* (2009): Térinformatikai módszerek alkalmazása poljék elemzésére a Dinaridák egy mintaterületén. Diplomamunka, ELTE TTK Természetföldrajzi Tanszék, pp. 38-42.
- PÉCSI M.–SCHWEITZER F.–SCHEUER GY.* (1979): Engineering Geological and Geomorphological Investigations of Landslides in the Loess Bluffs along the Danube in the Great Hungarian Plain. In: Acta Geol. Hung., 22 (1-4.), pp. 327-343.
- VÉGH T.* (2005): Dunakömlőd geomorfológiája és a Csárda utcai löszfeltárás vizsgálata. Szakdolgozat, ELTE TTK Természetföldrajzi Tanszék.

Fúziós táblák a számítási felhőben

Dr. Zichar Marianna

egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem, zichar.marianna@inf.unideb.hu

Abstract: New technologies from the IT sector appear in every discipline which can use different tools of informatics. The cloud computing is the delivery of computing as a service rather than a product and has already entered the world of GIS. The Google Inc. has launched the fusion tables which enable you to use multiple sets of data to create and share visualization of data in map, chart, and tabular formats. Geovisualization can provide an attractive and effective way for describing the data, that is why I tried this new tool and want to share its main characteristics and my personal experiences.

Bevezetés

Az informatikában megjelenő új technológiák kisebb-nagyobb átfutási idővel, de megjelennek minden más, az informatikai eredményeket intenzíven felhasználó tudományterületen is. Így a felhő alapú megoldások is feltűntek a térinformatika világában (SUGUMARAN, R.–DEGROOTE, J. 2011), habár némelyik még nem kiforrott, de mégis irányt mutató tendencia. A számos szolgáltatásáról jól ismert és népszerű Google cég fúziós tábla néven egy olyan online adatkezelő alkalmazás fejlesztésébe kezdett, mely célja az együttműködés megkönnyítése, térinformatikai adatok vizualizációja és webes publikálása miközben lehetőséget biztosít az adataink változatos szűrésére, lekérdezésére is. Egyre több tudományterület képviselői (orvosok, nyelvészek, közgazdászok, stb.) igénylik adataik térképi tematikus megjelenítését, ezért érdemesnek tartottam közelebbről megvizsgálni milyen funkcionalitással rendelkezik, hogyan használható fel és kik számára nyújthat elegendő szolgáltatást a fúziós tábla jelen pillanatban. Egyúttal személyes tapasztalataimat is megosztom.

Számítási felhő

A számítási felhő (angolul cloud computing) az informatika egyik legifjabb technológiai megoldása, mely során a programok és az adatállományok nem feltétlenül a saját számítógépeinken találhatóak, hanem szolgáltatás formájában, szélessávú internetkapcsolaton keresztül érjük el őket egy ismeretlen helyről, az úgynevezett felhőből. Az alapötlet nem teljesen új keletű, hiszen egy konkrét megvalósítása már jó ideje, igen széles körben elterjedt. A szinte minden számítógép-használó által ismert internetes postafiókok gyakorlatilag felhő alapon működnek és képesek biztosítani, hogy a világ bármely pontjáról bármikor elérhető legyen a levelezésünk, ha az internet kapcsolódási lehetőség biztosított. Az ilyen szolgáltatásoknál természetesen

felmerül a biztonság, a titkosság, a rendelkezésre állás kérdése, de jelen munkának nem célja, hogy ilyen megközelítésben részletekbe bocsátkozzon.

A felhő alapú szolgáltatásnak három típusa különböztethető meg annak függvényében, hogy milyen mértékben kívánjuk a felhőre alapozni a rendszerünket. A szoftver, platform, illetve infrastruktúra szolgáltatások (DETREKŐI Á. 2011; FU, P.–SUN, J. 2011) közül az első veszi igénybe legkevésbé a felhő szolgáltatását, míg a második típus már az egyéni fejlesztéseket is támogatja. A címben említett, és az utolsó csoportba tartozó fúziós tábla a Google által folyamatosan fejlesztett, de hivatalosan még mindig béta verzióként megjelölt terméke térinformatikai adataink vizualizációs célú tárolásához nyújt dinamikus fejlődő felhő alapú megoldást.

A téma aktualitását bizonyítja, hogy a *számítási felhő* kifejezés, mint keresőszavak használatával a legismertebb kereső 46 200 magyar nyelvű találatot listázott (a tanulmány idevonatkozó részének írása pillanatában), míg a kereső szavak angol megfelelői már több mint 253 millió találatot eredményeztek. Az IT iparág nagyágyúi, a Google-től a Microsofton át az IBM-ig, mind a korlátlanul skálázható szolgáltatásokban látják a jövőt, kihasználva hogy a horribilis, 300-500 millió dolláros belépési költségek a kis cégek számára lehetetlenné teszik a piacon való megjelenést.

Adatok tárolása fúziós táblákban

A Google cég weboldala szerint küldetésük „a világ összes információjának rendezése, univerzálisan elérhetővé és hasznosíthatóvá tétele”, melyet az egyszerű webes keresésen kívül számos szolgáltatás és eszköz kifejlesztésével kíván megvalósítani. Ebbe a koncepcióba illeszkedve jelentették be 2009-ben a felhő alapon működő fúziós táblák megjelenését, mely földrajzi információt is tartalmazó adataink táblázatos formában való tárolásához és geovizualizációjához ad eszközt. A fúziós jelző arra utal, hogy több adatforrásból származó adataink összekapcsolására (fúziójára) is lehetőségünk van.

A tábla szerkezetének definiálása közvetlenül az online felület segítségével is kivitelezhető, de valószínűbb, hogy már valamilyen formában létező adatainkat szeretnénk használni. Adataink feltöltésére az alábbi állomány típusok alkalmasak 100 MB-os méretkorlátozással (mely csak importálási, és nem táblaméret korlát):

- vesszővel tagolt szöveges állomány (.csv)
- Még ha nem is mindig közvetlenül, de a geometriai adatok is kinyerhetőek ilyen formátumban a térinformatikai szoftverekből.
- egyéb tagolt szöveges állomány (tsv, txt)
- kml

Minden helyjelölő külön sorba kerül és a név, leírás, geomet-

ria, illetve a kiterjesztett adatok kerülnek importálásra. A *.kmz* állományt ki kell tömöríteni az importáláshoz (WERNECKE J. 2009).

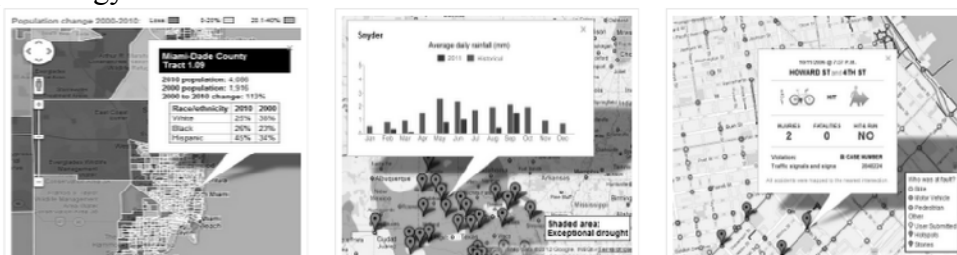
- táblázatkezelők állományai (*.xls*, *.xlsx*, *.ods*, beleértve a Google táblázatkezelőt is).

Csak az első munkalap adatai vesznek részt az importban. A 100 MB-nál nagyobb állományokat *.csv* formátumba mentjük el és utána importáljuk.

Egy felhasználó jelenleg 250MB adatot tárolhat, melybe nem számítanak bele a más által, a felhasználóval megosztott, illetve a lomtárban elhelyezett adatok.

A geometriai adat megadása történhet decimális hosszúsági és szélességi fokokban két külön mező felhasználásával, míg minden más adattípus esetén egyetlen mezőnek kell tartalmaznia a földrajzi elhelyezkedésre vonatkozó információt. Kml állomány importja esetén egy *geometry* elnevezésű oszlopba kerül a beolvasott geometria, mely megjelenítését bizonyos összetettség esetén már nem támogatja teljes mértékben a fúziós tábla. Hagyományos címek esetén azon túl, hogy egyetlen oszlopban kell egyesíteni a cím komponenseit, még geokódolásnak is meg kell előznie a vizualizációt. Érdekes megoldás, hogy a földrajzi adat ellenőrzése, és helytelen érték esetén a javítása egy külön ablakban megjelenő Google Térkép segítségével manuálisan is kivitelezhető egyszerű fogd-és-vidd módszerrel.

A fúziós táblában tárolt adataink exportálhatóak *.csv* és *.kml* formátumban, mely során egy pillanatfelvétel készül táblánk aktuális állapotáról. Lehetőség van azonban egy olyan url generálására is, melyet a Google Föld asztali telepített változatában *network link*-ként felhasználva kapcsolatban tudunk maradni a fúziós táblával, azaz a táblabeli adatok változásait dinamikusan követni tudjuk majd. Ez utóbbi esetben nyilván nem a klasszikus módon értelmeztük az exportálást, de az adataink mégis megjelennek és elmenthetőek egy másik alkalmazásban.



1. ábra Példák egyéni információs ablakokra
(<http://sites.google.com/site/fusiontablestalks/stories>)

Az Informatikai Kar Erasmus partnereiről már rendelkezésemre állt egy korábban elkészített *.kml* állomány, melyre alapozva a kari honlap meg

tudta jeleníteni térképen is a partner intézményeket néhány fontos adattal az információs ablakban. Ezt az állományt importáltam be egy fúziós táblába és bővítettem néhány további mezővel, amivel az érdeklődő hallgatók számára különböző szempontok szerint (oktatás szintje, nyelve) leválogathatóvá vált a tábla. A helyjelölő *description* eleme egy ugyanilyen nevű oszlopba másolódott megőrizve az információs ablak *kml* állománybeli formázásait (csak a *name* és *description* elemet tartalmazza), viszont az első vizualizáció alkalmazásával minden oszlop tartalmát átemeli az információs ablakba, ami nem mindig kívánatos, de szerencsére nagyon változatosan testre szabható (1. ábra).

Speciális oszlopok, szűrések

A fúziós tábla nyilvánosan elhelyezett képeket url segítségével tud tárolni, míg a YouTube-ra feltöltött videó állományokat is hasonlóan tudjuk elérni és elérhetővé tenni az információs ablakban. A forrásállományok jelenlétét nekünk kell biztosítani és ellenőrizni.

Formulák segítségével több (numerikus) oszlop adataiból számított értéket is tartalmazhat egy oszlop, mely típusa viszont sajnos csak numerikus lehet. Ezt a korlátozást nem érzem indokoltnak, remélhetőleg változik még a jövőben. A formulában használhatunk:

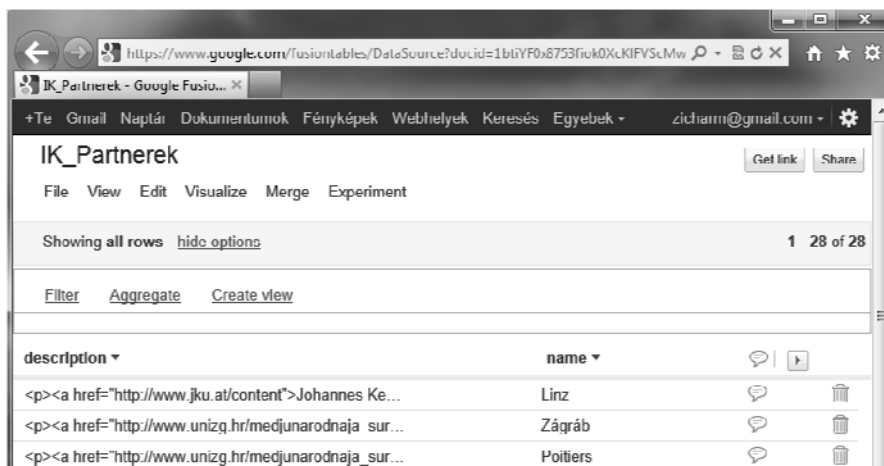
- alpműveleteket (+ - * /)
- néhány matematikai függvényt (sin, cos, hatványozás)
- elágazást if(feltétel, igaz ág, hamis ág) formában.

A megjelenítendő adataink köre szűréssel, csoportosítással és azokra vonatkozó aggregációs függvények (összeg, átlag, minimum, maximum) alkalmazásával szabályozható akár vizualizáció előtt, akár utána. Sajnos a szűrő feltételeket egyelőre csak az AND operátorral lehet összekapcsolni, ami lényegesen leszűkíti a lekérdezési lehetőségeket, de úgy gondolom ez a korlátozás is hamar feloldásra kerülhet. Numerikus oszlop értékei alapján meghatározott különböző ikonok felhasználásával statikus tematikus térkép is készíthető, de az ikonok száma jelenleg korlátozott.

Vizualizáció és megosztás

Ha a megfelelően kialakított, és *Public* vagy *Unlisted* tulajdonságú térképünket meg akarjuk osztani másokkal, akkor a *Get Link* (2. ábra) gombra kattintással megjelenő link lesz segítségünkre. Az elkészített linket terjeszthetjük e-mail-ben, vagy direkt módon elérhetővé tehetjük egy weblapon. Rendkívül dinamikus és sokoldalúan használható megoldás ez, hiszen a linkkel elért térkép mindig a fúziós tábla aktuális, friss, a linkben kódolt szűrést alkalmazva eredményezett adatait ábrázolja. Ha a nyilvános vizualizáció mel-

let adatainkat mégiscsak meg akarjuk őrizni privátnak, azaz nem akarjuk, hogy letölthetőek legyenek, akkor a GMaps API for Business-t kell használnunk.



2. ábra A fúziós tábla felhasználói felülete

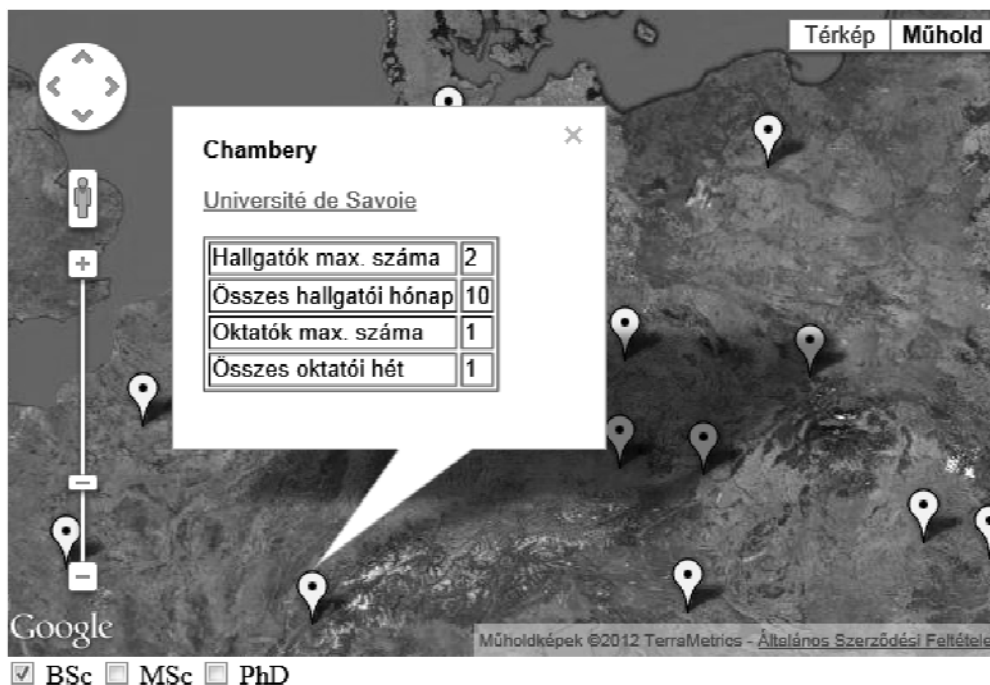
Elkészült térképünk megosztása weblapba beágyazva is lehetséges. A legegyszerűbb és külön programozói tudást legkevésbé igénylő megoldás, ha a térkép felhasználói felületéről legenerálható, és közvetlenül beágyazható linket beillesztjük weblapunk HTML kódjának megfelelő részébe. Amennyiben azonban interaktívvá szeretnénk tenni a térképünket, akkor már szükségünk lesz a fúziós táblákhoz készült alkalmazásfejlesztői interfészekre (API) is.

Programozói eszközök

A fúziós táblák segítségével tárolhatjuk, megoszthatjuk, lekérdezhajük és megjeleníthetjük adatainkat. A táblák programból történő létrehozásához, rugalmas karbantartásához, lekérdezéséhez elkészült egy SQL API (Application Programming Interface), mely, mint az elnevezése is mutatja, az SQL nyelvhez hasonló utasításokat tartalmaz adataink hatékony használatához. A táblák azonosítása itt egy numerikus azonosítóval történik, melyet nem mi választunk, hanem a rendszer rendeli hozzá a táblához. Meglepett, hogy még hely alapú lekérdezéshez is található eszköz az API-ban. A lekérdezések eredménye .csv állományban elmenthetőek vagy közvetlen inputként szolgálhatnak a Maps API vagy a Chart Tools számára.

A Google Maps JavaScript API V3 (SVENNERBERG G. 2010) fúziós tábla rétegek készítésére és kezelésére kifejlesztett része még csak kísérleti fázisban van, de ígéretesnek tűnik. Tapasztalatszerzés céljából a korábban

tesztelt fűziós táblát jelölő négyzetekkel megvalósított online szűréssel kiegészítve ágyaztam be weblapba (3. ábra). Az alkalmazás jól működött, az SQL szintaktikához illeszkedő szűrő feltételek megalkotása nem okoz különösebb bonyodalmat a JavaScript ismeretét feltételezve.



3. ábra Adatok interaktív szűrése Google Maps V3 API-val

Felhasználási lehetőségek

Viszonylag fiatal kora ellenére számos példát található az interneten fűziós táblák alkalmazására. A felhasználási területek igen változatosak: GPS-szel felszerelt hegyi kerékpárosok útvonalainak nyilvántartása, jégtakaró területi kiterjedésének vizsgálata, demográfiai adatok megjelenítése, ivóvíz ellátottsági térkép Afrikában, (az utóbbi 3 esetet lásd 4. ábra), stb.

Az ábrázolt objektumok geometriái változatosak, pont, vonallánc, polygon egyaránt előfordul, a weblapok funkcionalitása is változatos, mint az előbbi felsorolás is mutatja. Véleményem szerint a fűziós táblák már a jelenlegi formában jól használhatók vizuális célokra mind professzionális, mind pedig nem professzionális felhasználók számára. A weblapba ágyazott megjelenítés azonban már többrétű informatikai ismeretek meglétét kívánja meg.



4. ábra Példák különböző felhasználásokra
 (<http://sites.google.com/site/fusiontablestalks/stories>)

Összefoglalás

A felhő alapú szolgáltatások, így a fúziós táblák igénybe vételéhez elegendő, de egyben elengedhetetlen is a folyamatos internet kapcsolat. A jelenlegi formájában a táblák csak néhány fájlformátum importjára képesek, habár ezek általában előállíthatóak az ismert térinformatikai szoftverekkel. A fúziós táblára alapozott vizualizáció (költség) hatékony eszköz lehet, de közel sem tekinthető teljes funkcionalitású megoldásnak. Számos helyen ütközünk még korlátba, de ezek várhatóan még javításra kerülnek, hiszen a fejlesztés még javában tart. Megállapíthatjuk, hogy a felhő a térinformatikában sem ellensége az asztali gépeken futó programoknak, viszont kiváló kiegészítője lehet.

Irodalom

- DETREKŐI Á. (2011): A bővülő IT szolgáltatások és az önkéntesen előállított geoinformációk szerepe, Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában II., Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás kötet, pp. 19-26.
- FU, P.–SUN, J. (2011): Web GIS, Principles and Application, ESRI Press
- SUGUMARAN, R.–DEGROOTE, J. (2011): Spatial Decision Support Systems, Principles and Practices, CRC Press – Taylor & Francis Group
- SVENNERBERG, G. (2010): Beginning Google Maps API 3, Apress
- WERNECKE, J. (2009): The KML Handbook: Geographic Visualization for the Web, Addison–Wesley

POSZTEREK

A debreceni Nagyerdő állapotváltozásainak vizsgálata távérzékelési és egyéb geoinformatikai módszerekkel

Adorján Balázs

geográfus hallgató, Debreceni Egyetem, atomado@freemail.hu

A Nyírség déli részén elhelyezkedő, Debrecen városával határos Nagyerdő már évszázadok óta jelentős emberi hatás alatt áll. A környéken élő emberek tűzifa és építőanyag igényének kielégítése, állataik legeltetése és a város terjeszkedése következtében területe egyre inkább visszaszorult, állapota leromlott. Eredeti társulásai helyére az erdő számos területén tájidegen fafajokat (pl.: akác, fenyő) ültettek, megbontva ezzel az erdő egységét, kialakítva a ma jellemző mozaikos szerkezetét. A problémákat tetézte, hogy a 20. században a város rohamosan növekvő vízigénye és az ár- és belvízvédelmi munkálatok miatt a talajvízszint csökkenése az őshonos tölgyesek állapotának a mai napig folyamatos romlásához vezetett.

A vizsgálat alapját Landsat műholdfelvételek képezték, valamint terepi mérések egészítették ki. Az űrfelvételeket a U. S. Geological Survey (glovis.usgs.gov) és a Global Land Cover Facility (glcflapp.glc.f.umd.edu) honlapjairól szereztem be. A terület viszonylag kis mérete miatt fontos tényező volt a felvételek felbontása, így az 1980-as évek közepétől szerettem volna megvizsgálni a területet, mivel a Landsat műholdak ekkor már a 30 méteres térbeli felbontású Thematic Mapper szenzorokkal is fel voltak szerelve, 1999-től pedig már Enhanced Thematic Mapper érzékelők 15 m-es felvételei is rendelkezésre állnak. Az elérhető műholdfelvételek alapján 1988-tól 2010-ig terjedő időszakból választottam ki néhány évet.

A műholdfelvételekből erdészeti térkép alapján ERDAS Imagine 9.1. szoftverrel kivágtam a mintaterületet. A kivágott részletek kiválasztott szín-csatornáiból kompozitokat készítettem. Ezeket ellenőrzött és nem ellenőrzött osztályba sorolást hajtottam végre a különböző erdőrészletek elkülönítése érdekében. A különböző években készült felvételekből előállított kompozitok segítségével információt nyerhetünk az erdő változásairól.

A felvételek látható vörös és közeli infravörös sávjának segítségével IDRISI Taiga szoftver használatával kiszámítottam az egyes évekre a terület vegetációs aktivitását kifejező Normalized Difference Vegetation (NDVI) Indexet. A felvételek közeli infravörös és közép infravörös sávjainak felhasználásával pedig a növényzet nedvességtartalmát megmutató Normalized Difference Water (NDWI) Indexet. A kapott értékeket talajvíz és csapadék adatokkal vettem össze.

A terepi mérések során GPS-készülékkel mértem fel egy kiválasztott területen az egymástól elkülöníthető erdőfoltokat, az így szerzett információ-

kat vettem össze az űrfelvételek kiértékelésének eredményeivel. A terepbemjárás során megmértem az egyes erdőtípusokban a fák magasságát klinométer segítségével, valamint mellmagassági átmérőt is számítottam a fák törzsének kerületéből.

A poszteren az így kapott eredményeimet mutatom be.



Magyar fejlesztések az optikai távérzékelésben, az Interspect mérőkamera sorozat

Bakó Gábor

Szent István Egyetem, Növényteni és Ökofiziológiai Intézet, Gödöllő, Páter Károly utca 1.
Interspect kutatócsoport, 2310 Szigetszentmiklós Csokonai köz 1/1. bakogabor@interspect.hu

A távérzékelés egyik legnagyobb problémaköre az egysége elvek alapján, azonos időpillanatban gyűjtött adatok köré összpontosul. A felvételeket olyan rövid időn belül kellene elkészíteni, hogy a megvilágítás, a légköri viszonyok és a vizsgált rendszer minél kevésbé változzon meg. Az erősen korlátozott felbontású, jelentős közeghatással terhelt műholdfelvételek sok esetben kiküszöbölik ezt a problémát, hiszen nagy területek rövid időn belül kerülnek felmérésre, azonos szenzorral. A légi távérzékelés létjogosultságát a nagyobb részletességű felmérések és gyakrabban megváltoztatható szenzorok meg fogják tartani.

A nagysebességű, rendkívül nagy terepi felbontású multispektrális távérzékelés a megközelítőleg azonos körülmények között történő részletgazdag és szabatos felszíni adatgyűjtés legmodernebb módszere.

A szenzorfejlesztőket a repülőgépről történő nagysebességű légifelvétel-térképezés, és a különböző természeti és ember hatására végbemenő folyamatok megfigyelésének tudománya, a távérzékelés állítja a legnagyobb kihívás elé.

A felszíni információk gyűjtésénél a célfeladatnak megfelelő spektrális és geometriai felbontás kiválasztása döntő fontosságú, és az is lényeges, hogy a kijelölt munkaterület különböző részei hasonló megvilágításnál, hasonló állapotokban kerüljenek felmérésre. Gyorsan haladó repülőgépből, különlegesen érzékeny, gyors kiolvasású műszerekkel lehet teljes felületfedéses digitális állományt készíteni. Éppen ilyen fontos a belső és a külső tájékozási adatok pontossága, a távérzékelés állomány geometriai pontosságának növelése érdekében.

Az Interspect IS 4 légi mérőkamera bemutatása során a rendkívül nagy elérhető terepi felbontásra és a változtatható spektrális felbontásban rejlő lehe-

tőségekre szeretnénk felhívni a figyelmet. 12 csatorna spektrális érzékenysége variálható a standard RGB és nagy átfogású közeli infravörös csatornák megtartásával.

A készülék moduláris jellegét az adja, hogy több egyede közös rendszerre építve a felbontás kiterjesztést tesz lehetővé. Az IS 4 méretét (470 x 388 x 310 mm) és mobilitását tekintve is eltér a nemzetközi forgalomban kapható légi fotogrammetriai mérőkameráktól. Az Interspect sorozat kamerái nem kerülnek forgalomba, a természet- és tájvédelmi távérzékelést szolgálják immár 2009-óta. A fejlesztés során négy szenzor született, amelyekkel két felbontási világrekordot állítottak fel (2009.09.02. – 1,8 cm terepi felbontás, 2011. március 3. – 0,5 cm terepi felbontás). A magyar mérőkamera sorozat a mai napig tartja ezeket a rekordokat.

Továbbra is a felhasználó egyetemekkel és intézetekkel egyeztetve folytatuk a műszer képességnövelését, hogy a gyakorlatban felmerülő problémák szabják meg a fejlesztés irányát.



A térinformatika alkalmazása holtmedrek szukcessziójának vizsgálatában

Balázs Boglárka¹–Szűcs Gábor²–Bakai Gergő²–Lakatos Gyula³–Kundrát János Tamás⁴–Gyulai István⁵

¹ tanársegéd, DE TTK Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, geo.bb@mailbox.hu

² hallgató, DE TTK, Ökológiai Tanszék, szucs.gabor1989@gmail.com, bakai.gergo@freemail.hu

³ docens, DE TTK, Ökológiai Tanszék, lakatos.gyula@science.unideb.hu

⁴ PhD hallgató, DE TTK, Ökológiai Tanszék, kundratt@gmail.com

⁵ tanársegéd, DE TTK, Ökológiai Tanszék, istvan.gyulai@gmail.com, istvan.gyulai@science.unideb.hu

A rakamazi Nagy-morotva számos kutatás alapját képezte már (Dévai Gy. 1997; Tóth et al. 1998), míg a Tisza és a Nagy-morotva között elterülő holt-medrek kikerültek a figyelem középpontjából. Mivel napjainkra megszűnt a Nagy-Morotva és a Tisza közötti hajdani közvetlen kapcsolat, valamint a felépült nyári gátnak köszönhetően a terület ritkábban kerül víz alá, felgyorsult a szukcesszió, melynek során folyamatos biomassza-növekedést figyelhetünk meg. A tavak egyre sekélyebbé válnak elősegítve ezzel a növényzet megtelepedését.

A mintegy 95 hektáros terület tíz olyan holt-medret foglal magába, amelyek sztatikusak vagy szemisztatikusak. Ezek közül az alábbiakat mintáztuk meg úgy, hogy a mintavételi helyek a nyíltvíz és az emerz növényzet határára essenek: Sulymos-tó, Kis Morotva-tó, Nagy Mester-tó, Kis Zátony-tó és a Vég Zátony-tó.

Célunk a holt-medrek állapotváltozásainak vizsgálata volt alakjuk és makrovegetációs fedettségük alapján, illetve szeretnénk volna pótolni a nyílt-vizes területek felmérésére vonatkozó adathiányt, melynek segítségével nyomkövethetők a terület későbbi szukcessziós, degradációs folyamatai. Kutatásunk alapját az a feltevés adta, hogy ha eltérő szukcessziós állapotokat feltételezünk, akkor az adott vízmélységek függvényében más növényfajoknak kell megjelenniük, valamint a szukcesszió miatt a nyílt vízterületeknek csökkenniük kellett, a medrek növényzettel való borítottságának változása mellett, ezen változásokat lehet detektálni a geoinformatika segítségével.

A vizsgálat eredményeképpen 2 fő csoportra oszlanak a mintavételi helyek. A kis Zátony-tó teljesen elkülönül legnagyobb mért vízmélységével, és kevésbé előrehaladott szukcessziójával. A Kis Morotva-tó átmenetet képez a holtmedrek között mind vízmélységét, mind növényborítottságát illetően. A Nagy Mester-tó déli része a Sulymos-tóval mutat szoros hasonlóságot, ahol erőteljes szukcesszió figyelhető meg. A Nagy Mester-tó északi ága és a Vég Zátony-tó esetében is jelentős, de kisebb mértékű növényborítást tapasztaltunk, melyet az előző csoportnál mélyebb vízszint magyaráz.

A diverzitási indexek vizsgálatából kiderült, hogy két sekélyebb holtmeder esetében az azonosított öt emerz makrofita állomány mindkét mederben megtalálható, a legdiverzebb a Nagy Mester-tó déli ága. A dominanciaértékek pedig a Kis Zátony-tó és a Vég Zátony-tó esetében a tavi káka jelentős túlsúlyát mutatták.



A J 1.0 Topográfiai alkalmazás

Balla Dániel

egyetemi hallgató, Debreceni Egyetem, Geográfus MSc.geoinformatika szakirány,
athos04@freemail.hu

Abstract: It is a creation and presentation of an application helping the work of the Institution of Geographic Sciences. The application targets educational and learning purposes and allows learning in front of a PC as well as testing the topographical vocabulary.

A topográfia oktatás szerves része a Debreceni Egyetem Geográfus képzésének. Számos tantárgy abszolválásának előfeltétele valamilyen típusú topográfiai teszt kitöltése, mely nehézséget jelent a diákság jelentős hányadának. Ezért úgy gondoltam egy webes felületen elérhető, integrált topográfiai alkalmazás elkészítése megkönnyíti a diákok és a tanárok munkáját.

Először egy társadalomföldrajzi topográfiai teszt megvalósítása volt célszerű. Az ilyen vaktérképes térképrejtvényeknél elegendő csak pontszerű

objektumokat felhasználni. A kijelölt téregység (mintaterület) Magyarország lett, tematikailag pedig a hazai városokra esett a választás.

Az alkalmazás kialakítása során törekedtem olyan megoldást keresni, mely lehetőleg nyílt forráskódú és széles körben elterjedt. A választásom az alábbi programozási nyelvekre és fejlesztőeszközökre esett: **HTML, PHP, ActionScript, FlashDevelop, Adobe Flex SDK, Notepad++**. A térkép elkészítéséhez **fGIS és ArcMap 9.3** geoinformatikai szoftvereket használtam. A weben való megjelenítés **XAMPP** szoftvercsomag által biztosított ingyenes Apache webserverral történik.

A webes felületen elérhető J 1.0 bejelentkezési felülete megkülönbözteti a diák és a tanár felhasználói szerepkört. A tanár oldali felületen lehetőség van vizsgakiírásra, az adatbázis bővítésére térképi pontok felvétele által. A diák felülete gyakorlásra és vizsgázásra egyaránt alkalmas. A hallgatók eredményei személyenként tárolódnak, így később is visszakereshetők.

Az elkészült oktatóprogram célja, hogy a hallgató egy, az alkalmazás által beolvasott térképen helyesen elhelyezze a képernyőn megjelenő földrajzi neveket. Az elemek kiválasztása során nem különítettem el nehézségi szinteket, de a szelektálás lehetősége adott.



Tájmetria alapú változásvizsgálat a Felső-hegyközben²

Bertalan László¹

1, egyetemi hallgató, Debreceni Egyetem, Geográfus MSc, geoinformatika szakirány
bertalanlaszlo.geo@gmail.com

2, A tanulmány megírását a TÁMOP-4.2.2/B-10/-1-2010-0024. (A Debreceni Egyetem tudományos képzési műhelyeinek támogatása) pályázat támogatta

A tájökológiai-tájmetriai vizsgálatok módszere, az ún. sziget-biogeográfiai teória elvén alapulnak. A módszer alapja, hogy a tájszerkezetet *foltra, folyosóra és mátrixra* osztja, s a tájszerkezeti változásokat a mozaikosság alapján értékeli. A tájmetria egy matematikai elveken alapuló módszer, ami a fent említett három csoport geometriai jellemzőit, valamint az egymáshoz viszonyított térbeli kapcsolatait vizsgálja *falt-, osztály- és tájszinten* különböző mérőszámok alapján.

A vizsgált mintaterület a Központi-Zemplén és a Hegyközi-dombság területén lett kijelölve, nagysága 243km². A vizsgálat alapját 1952, 1971 és 1988-ban készült archív légifotók illetve 2005-ös ortofotók képezték. A légifotók magassági torzítását ortorektifikációval korrigáltam ERDAS Imagine 8.5 szoftverben digitális domborzatmodell és 1:10.000 méretarányú

topográfiai térképek alapján, ezután vektoros felszínborítási rétegeket digitalizáltam ArcGIS 9 szoftverben, illetve annak vLate 1.1 beépülő moduljával számos tájmetriai mutatót számítottam, az eredményeket pedig Microsoft Excel és SPSS 15 szoftverek segítségével dolgoztam fel.

A területhasználati változások között kimutattam az erdő- és beépített területek fokozatos növekedését, a szántók csökkenését és a gyepterületek nagyságának ingadozását. A tájmetriai vizsgálatok átfogóbb képet adtak a kvantitatív tájváltozásról. A teljes szegélyhossz (TE) ingadozott, a kezdő és végállapot közel azonos. Az alaki mutatók között a kerület-terület arány (PARatio) igazolja a terület hegységi településeinek szétágazó formáját, a kompaktabb foltok a kis területű erdő- és gyepterületek esetén fordulnak elő. A fraktáldimenzió (FracDim) értékeket vizsgálva az erdőterületek rendelkeznek a legösszetettebb foltalakokkal, ezt alátámasztja az is, hogy a vidék területhasználatának jelentős részét ezek a nagy területű szerteágazó erdők teszik ki. Az alaki index (ShapeIndex) eredményei illeszkednek a fraktáldimenzió eredményeihez. A szomszédossági mutatók között a legközelebbi szomszédos folt (NNDist) legnagyobb értékei a beépített területek és a gyümölcsösöknek vannak, ezek ugyanis kis foltszámmal és elszigetelten helyezkednek el a mintaterületen. A táji felosztottság fokaként leírható mutató (DIVISION) alapján az erdőterületek fokozódó mozaikosságot mutatnak, azonban a gyepterületek esetén ennek az ellentétéről tájékoztatnak az eredmények.



3D arckép egy eltűnt ércbányáról A Gyöngyösoroszi mélysínt térinformatikai rekonstrukciója

Gerges Anita¹-Ifj. Kasó Attila¹-Földessy János^{2*}

¹Rotaqua Kft, 7673 Kővágószőlős, hrsz no.: 0222/22

²Miskolci Egyetem

*szerzők elérhetősége: anitagerges@gmail.com

Abstract

The study presents the work done on the archive data of the Gyöngyösoroszi underground Pb-Zn mine. The archive exploration data were born during the 1970-1980 period, when the first underground drilling explorations took place. The mine was closed in 1985. The data have been reorganized in a MySQL database, and Autocad 2006 to visualize the geology of the deep level of the mine. The visualization helped to draw important new conclusions about the position of the ore veins, which were interpreted as shallow dipping ore bodies instead of the previously assumed subvertical setting.

Összefoglalás

A nyersanyagok növekvő ára a világpiacon a hazai ércelőfordulások fokozatos felértékelődését is maga után vonja, és szükségessé teszi, a hazai ismert színesfémérc vagyunk újrabecslését.

A mátrai ércbányászat egyik központja Gyöngyösoroszi volt. A bányában teléres ólom-cinkércet termeltek. Az 1952-ben nyílt üzem évi 80 000–150 000 tonnás termelésével 1985-ig az ország és a Kárpát-medence egyik jelentős Pb-Zn ércbányája volt, még ki nem termelt ércvagyona 5,7 millió tonna.

A bánya megnyitása előtt fúrások nem mélyültek. A bányabeli fúrásos kutatást

1971–72-ben kezdték el, részben vállalati, részben állami forrásokból. A cél olyan területek felderítése volt, ahol a bányászatra tervezhető érctelérek (hasadék kitöltő közel függőleges ércetestek) jelenléte valószínű, bár pontos helyét nem ismerték. Ennek érdekében fúrásokat mélyítettek a bánya +400-as szintjén, amelyekkel sikerült tisztázni a telérek települési viszonyait. 1978 – ban kezdődött a fúrásos kutatási program második szakasza, amelynek célja a legmélyebb, +150-es szinten a teléreket magába fogó egykori vulkáni összlet szerkezetének és a telérek mélyebb szintű kutatása volt.

Átfogó képet készítettünk a lelőhelyen mélyült bányabeli fúrások rétegsoráról, kémiai elemzési eredményeiről és jelen fúrások környezetében lévő telérek települési viszonyairól, valamint azok kapcsolatáról. A fúrások archív adatait (koordináták, rétegsor, elemzési eredmények) MySQL adatbázisban rögzítettük, amelynek segítségével a korszerű felhasználást lehetővé tettük a térinformatikai szoftverek számára is. Az archív adatok digitális feldolgozásával AUTOCAD 2006 software-rel térinformatikai összegzést készítettünk a vágatokról és a központi bányarészen mélyült egykori fúrásokról.

A kép új térbeli értelmezést is lehetségessé tesz, és több ponton megváltoztatja az e területrészről korábban kialakított földtani képet, rámutatva arra, hogy a mély zónában gyakoribbá válnak a kisebb meredekségű, ércesetek.

A tanulmány a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 projekt keretében készült. A projektet az Európai Unió az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával támogatta.



Felhagyott szőlőteraszok állapotának térképezése távérzékelt adatok felhasználásával a tokaji Nagyhegyen³

Incze József¹–Novák Tibor József²

¹ egyetemi hallgató, Debreceni Egyetem, geográfus MSc, táj- és környezetkutató szakirány,
injocooo@hotmail.com;

² egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék,
novak.tibor@science.unideb.hu

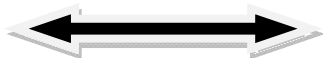
3, A tanulmány megírását a TÁMOP-4.2.2/B-10/-1-2010-0024. (A Debreceni Egyetem tudományos képzési műhelyeinek támogatása) pályázat támogatta

Teraszozott térszíneket hazánkban szinte kizárólag a szőlőültetvények számára alakítottak ki. A támfalak elé ültetett szőlőtőkék megfelelő tájolás esetén jelentős mikroklimatikus hőtöbbletet élveznek, alkalmazásukkal meredek lejtőn is jelentősebb erózió nélkül természetű szőlő. Kutatásainkat Magyarország egyik legnagyobb összefüggő teraszozott hegyoldalán, a tokaji Nagyhegy déli lejtőjén végeztük.

A hegyoldal felhagyott teraszait és támfalait történeti térképek, valamint 1981-es és 2000-es légifelvételek alapján azonosítottuk, térképeztük. Megvizsgáltuk a támfalak hosszát, sűrűségét, valamint lejtőkategória és tengerszint feletti magasság szerinti eloszlásukat. Történeti térképek területhasználati adatai alapján Arcview 3.2-es szoftver segítségével a teraszozott szőlők felhagyását négy időintervallumba soroltuk 1784–2010 között. Légifelvételek segítségével azonosítottuk az egyes teraszozott területeken elhelyezkedő támfalakat és obalákat. Ehhez a légifelvételeket először Erdas 8.5 szofver segítségével ortorektifikáltuk, hogy a felvételek geometriai torzításait kisimítsuk, és méréseket végezhesünk rajta.

Összesen 1,04 km²-nyi területen 73,8 km hosszúságú támfalat, kőrákást, obalát találtunk. Ez azt jelenti hogy 70,8 km/km² a támfalak sűrűsége a hegyoldalon. A támfalak és a teraszozott felszínek többségét a 17–25%-os (47%), illetve 12–17%-os lejtőkön (42%) találtuk. A tengerszint feletti magasság tekintetében jellemzően 210–270m (41,5%) valamint 150–210 m között (36,5%) építettek teraszokat, de említésre méltó, hogy 270–330 m térszín is 16%-ban részesedik az összes teraszozott területekből. A hegy déli lejtőjén 1860–1960 között a kutatott teraszterület 83%-a került felhagyásra, nagyrészt az 1885–86-ban bekövetkező filoxéra vész és az azt követő rekonstrukciós időszak során.

A teraszok felhagyása számos környezeti problémát vet fel. A gondozatlan támfalak fokozatos leomlása a talaj lemosódását, az alacsonyabb fekvésű területeken pedig jelentős tápanyagterhelést okoz, emellett a falak omlása fokozódó lejtős tömegmozgásokat idézhet elő.



Térinformatikai lehetőségek földtani és geofizikai adattári anyagok digitális feldolgozásában

Kovács Zoltán¹ – Lendvay Pál²

¹ III. éves Geográfus MSc szakos hallgató, Debreceni Egyetem, kovacszi88.geo@gmail.com

² tudományos munkatárs, főosztályvezető, ELGI, Adatkezelési főosztály, lendvay@elgi.hu

A XX. század végére felgyorsult digitális forradalom nemcsak a távközlési technológiák hihetetlen ütemű terjedését jelentette, hanem a tudományos élet adattárolási lehetőségeit is alapjaiban változtatta meg. A korábbi papír alapú adatrögzítést felváltotta a digitális.

Hazánkban az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) gyűjti, tárolja és szolgáltatja ezeket az archivált állami tulajdonú geofizikai mérési adatokat. A jelenleg és a közeljövőben tervezett földtani modellezésekhez, azonban létfontosságú a korábbi földtani kutatások során szerzett papír alapú információk digitális formába történő öntése, azaz a digitalizálás. Olyan standard fájlformátumok jelentek meg, melyek hazai bevezetését elvárják nemzetközi szervezetek. A fúrás-geofizikai adatok tárolására LAS (Log ASCII Standard) adatformátum szolgál, mely fejlécében a fúrás alapvető adatait, földrajzi koordinátáit tárolja, az „adat” blokkban pedig geofizikai görbék mélységadatokhoz tartozó értékeit.

A karotázs görbék digitalizálásához az ELGI megbízásából az ArcGIS 9.3-as verzió alá egy Visual Basic nyelven írt programcsoport készült el. Első lépésként a geofizikai görbét tartalmazó raszteres állomány(oka)t georeferáljuk úgy, hogy a fúrás mélységadata megegyezzen az aktív nézetünk y koordinátájával. Az első program létrehozza azokat az előre megadott attribútumokkal felruházott shp fájlokat, melyeket a digitalizálás során fel kell töltenünk adatokkal. Meg kell adni a görbék neveit, a görbe prioritását (fővagy segédgörbe), a görbéhez tartozó skála kezdő- és végpontját, ezek skálaértékeit. A második létrehoz megadott mintavételi köznek megfelelő vonalhálót. A digitalizálandó görbének a vonalakkal képzett metszéspontjait olvassa ki a harmadik program. Az algoritmus végiglépeget az egyes mélységekhez tartozó vonalakon és amennyiben geofizikai görbével találkozik, kiolvassa annak nevét, prioritását, megkeresi a görbenév és prioritáshoz tartozó kezdő és végpont értékeit, koordinátáit, melyek alapján interpolálással, extrapolálással meghatározza a görbe adott mélységben vett értékét. Ezt végignézi az összes mélység, összes görbéjére, és egyetlen LAS formátumú fájlba exportálja, melyet a legtöbb modellező szoftver felismer.



A hidasi-medence földtani rekonstrukciójának térinformatikai feldolgozása

Kovács Zoltán¹ – Bartók Ádám² – Koczka Zsolt³ – Lelesz Magdolna³ –
Pummer Tímea³ – Vincellér Dóra³ – Dr. Püspöki Zoltán⁴ – Lendvai Pál⁵ –
Hámorné Dr. Vidó Mária⁶

¹ III. éves Geográfus MSc szakos hallgató, Debreceni Egyetem, kovacszoli88.geo@gmail.com

² I. éves Geográfus MSc szakos hallgató, Debreceni Egyetem

³ Földtudományi BSc szakos hallgatók, Debreceni Egyetem

⁴ tudományos főmunkatárs, ELGI, Adatkezelési főosztály, puspokiz@gmail.com

⁵ tudományos munkatárs, főosztályvezető, ELGI, Adatkezelési főosztály

⁶ tudományos főmunkatárs, igazgatóhelyettes, ELGI

Hidasi barnaköszén medence néven említik a Mecsek K-i előterében a miocén bádeni emeletében létrejött széntelepes rétegsort befoglaló neogén előtéri süllyedéket. Az említett köszénvagyon feltehetően nagy települési mélysége és korlátozott vagyona folytán az 1960-as években kikerült a szénbányászat látóköréből. Éppen ezek a tulajdonságai teszik ugyanakkor alkalmassá arra, hogy a terület a felszínalatti szénelgázosítás ideális hazai kísérleti terepe lehessen. Számítani lehet ugyanakkor a Mecseki Köszén Formációnál nyugodtabb települési viszonyokra és ideális hidrogeológiai körülményekre.

Az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) célul tűzte ki a medencekitöltő üledéksor földtani viszonyainak vizsgálatát. Ehhez kapcsolódóan, a Debreceni Egyetemmel együttműködésben sor került a szénkutató fúrások dokumentációinak digitális feldolgozására, a geofizikai és litológiai adatok korrelációjára, az adatok fúrás, szelvény menti és 3D geostatistikai kiértékelésére. Mivel a rétegsor a szarmata-pannon térrövidülések kapcsán jelentős deformációt szenvedett, külön feladat a gyűrt szerkezeti elemek modellezése, melyhez bemenő adatot a szénbányászat kapcsán készült és a '70-es években pontosított felszíni földtani térkép kínál.

A korrelációs szelvények a GeoPlot szoftverrel SmartSketch felületen készültek, az adatbázis Microsoft Access alapú relációs adatbázis. Az izovastagsági és hamutartalom térképek Surfer programban készültek az interpoláció az alapbeállításnak megfelelő lineáris krigelés. A modellezésben meghatározó szerepe volt annak, hogy a Debreceni Egyetem Hallgatói Erasmus Ösztöndíj támogatással a Freibergi Bányászati Akadémián sajátíthatták el a vektorgeometriai alapú 3D modellezés alapjait.



Az INSPIRE elérte talajainkat; talajtérképi szolgáltatások INSPIRE tesztelésének tapasztalatai

Laborczi Annamária¹ – Dr. Pásztor László² – Dr. Bakacsi Zsófia³ – Sieglerné Matus Judit⁴ – Dr. Szabó József⁵

¹ tudományos segédmunkatárs, MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet (MTA ATK TAKI), laborczi.annamaria@agrar.mta.hu;

² tudományos főmunkatárs, MTA ATK TAKI, pasztor.laszlo@agrar.mta.hu;

³ tudományos főmunkatárs, MTA ATK TAKI, bakacsi.zsofia@agrar.mta.hu;

⁴ technikai munkatárs, MTA ATK TAKI, sieglerne.matus.judit@agrar.mta.hu;

⁵ tudományos főmunkatárs, MTA ATK TAKI, szabo.jozsef@agrar.mta.hu

Az Európai Parlament és a Tanács 2007/2/EK irányelve szól az Európai Közösségen belüli térinformációs infrastruktúra (INSPIRE - Infrastructure for Spatial Information in Europe) kialakításáról, melynek III. Mellékletében szerepel a talaj, mint téradattéma. A Közösség környezetpolitikájának kialakításához és végrehajtásához térinformációra van szükség, amelyekbe be kell illeszteni a magas szintű környezetvédelmi követelményeket. Ennek érdekében olyan fokú koordinációt kell megvalósítani az információ felhasználói és szolgáltatói között, amely lehetővé teszi, hogy a különböző szektorokból érkező információk és ismeretek összekapcsolhatóak legyenek.

Az adatvesztés elkerülése és a minél pontosabb megfeleltethetőség érdekében a nemzetközi GS Soil projekt egyik céljává tűzte ki, hogy az INSPIRE irányelvek talajra vonatkozó sémáit a résztvevő országok talajtani szakembereinek bevonásával alakítsák ki. Tesztelésünk célja tehát az volt, hogy vizsgáljuk a kapott séma használhatóságát, megfeleltethetőségét, és ennek megfelelően javaslatokat dolgozzunk ki a végleges, – majdan a tagországok számára kötelezően megvalósítandó – lépésekhez.

A tesztelés első lépése az INSPIRE által definiált objektumok azonosítása a két kiindulási adatbázisunkban, az AGROTOPO-ban és a Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszerben (DKTIR). Ezután következett a megfeleltetés a kiindulási és a cél séma között HALE (HUMBOLDT Alignment Editor) szoftver segítségével. A tesztelésről a következő tapasztalatokat tudtuk visszacsatolásként megosztani a döntéshozókkal.

A kapott INSPIRE sémákkal a megfeleltetés részlegesen megvalósítható, a kiindulási adatbázisok térbeli objektumai nem illeszthetők teljes mértékben az INSPIRE séma-tervezetbe. Az AGROTOPO poligon alapú állomány, nem szerepelnek benne talajszelvény adatok, ezért a sémába csak részben, származtatott adatként, vagy csatolt magyarázattal együtt illeszthetők be. Kilenc féle attribútuma sem maradéktalanul feleltethető meg a sémának (pl. a talajtípus a magyarországi besorolás, és nem a szabványos WRB

szerint szerepel.) A DKTIR esetében az adatbázis (alább kifejtett) három részre osztása közelített leginkább az INSPIRE kompatibilitáshoz.

1. Az eredeti Kreybig-féle felvételezés jellemző pontjainak fizikai és kémiai paraméterei és a hozzájuk tartozó poligonok, mint talaj-komplexek (országosan rendelkezésre álló adat)

2. A Kreybig-féle felvételezés összes talajszelvény adata (pont adat, országos kiterjedés)

3. Felújított, finomított adatbázis, részben a Kreybig-féle adatokkal, részben újrafelvételezett szelvények adataival, csak mintaterületekre.

A projekt egyik „kézzel fogható” eredménye a projekt honlapján szereplő térképek (<http://gssoil-dev.meng.auth.gr/ingrid-portal/portal/main-maps.psm1>). A portálon megjelentethető az AGROTOPO, valamint mintaterületi szinten a DKTIR is. Az itt szereplő adatokat az általunk működtetett ArcGIS Server 9.2 WMS szolgáltatása biztosítja. A metaadatokat a GDI-DE Testsuite (<http://testsuite.gdi-de.org/gdi>) INSPIRE Metadata moduljával ellenőriztük.



Személyzet nélküli légi rendszerek alkalmazási lehetőségei a távérzékelésben

Mészáros János¹–Dr. Kovács Béla²–Dr. Zentai László³

^{1,2,3}Eötvös Loránd Tudományegyetem - Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék

¹tanársegéd - messer@map.elte.hu, ²adjunktus – climbela@map.elte.hu, ³tanszékvezető egyetemi tanár – lzentai@caesar.elte.hu

Abstract: During the last years the development of unmanned systems is evolved and their role in the area of remote sensing and photogrammetry is increased. Due to some volunteered communities, it is possible to build and use small UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) to acquire aerial images with centimetre spatial resolution. This paper describes the used hardware and software components, the source of these systems, the accurate workflow of the building and finally some results (e.g. set of aerial images with very-high resolution).

Az elmúlt tizenöt-husz évben a személyzet nélküli légi rendszerek (igen gyakran drón vagy UAV – Unmanned Aerial Vehicle néven illetett eszközök) katonai területen történő használata jelentős mértékben megnőtt, amiről számos esetben tájékozódhatunk a sajtóból. Felmerülhet a kérdés, hogy ezeknek vagy hasonló rendszereknek a civil használatára van-e példa, és ha igen, milyen mértékben. A távérzékelés és fotogrammetria területén mindenképpen történtek előrelépések az elmúlt tíz évben, köszönhetően egyrészt a mikroelektronikai elemek további méret- és árcsökkenésének (mikro-

csipek, digitális kamerák stb.), másrészt az általuk szolgáltatott igen nagy felbontású digitális képek hasznosságának.

A lehetséges felhasználási területek kutatására UAV rendszer építésébe kezdtünk, melynek egyik lehetséges módja interneten elérhető nyílt forráskódú hardver és szoftver felhasználása. Nagy előnye ezeknek a rendszereknek a nagyfokú rugalmasság, fejleszthetőség és nem utolsósorban az online közösségek nyíltsága. Ezeket a rendszereket egy stabil, kipróbált modell repülőgéppel és kamerával kombinálva létrehozható egy könnyű, olcsó, könnyen szállítható és rugalmas terepi felmérésre alkalmas eszköz, mely lehetővé teszi kis és közepes területek gyors és nagyon részletes felmérését.

A felmért adatokra épülően létrehozhatunk nagy felbontású légifénykép mozaikot, mely lehetővé tesz igen részletes interpretációt; illetve hasonló felbontású felszínmodelleket (DSM). Poszterünkön mindkét eredményre vonatkozóan mutatunk be példákat valós terepi mérésekre támaszkodva.



Növénytipusok változásának vizsgálata távérzékeléses módszerekkel egy változatos morfológiájú mintaterületen

Molnár Andrea¹

¹ Geográfus MSc hallgató, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék

A távérzékelés egy modern és népszerű eszköz, amelyet napjainkban már nagyon sok szakterület használ a természeti erőforrások megfigyelésére, és a felhasználási köre napról napra bővül. Az egyik alkalmazási terület a mezőgazdaság, hiszen a távérzékeléssel nyert adatok nemcsak a termesztett növények típusának megállapítására alkalmasak, ennél sokkal több információt közvetítenek a növényekről, többek között a növények fejlettségi állapotáról, a növényzetben keletkezett károkról, stb.. A távérzékelési módszerek és adatok segítségével a termelő információhoz juthat a területére és a termelt növényekre vonatkozóan. A magyar termelők gyakran használják a MePART, amely az Európai Unió és hazai pénzekből finanszírozott mezőgazdasági és vidékfejlesztési támogatások kizárólagos hivatkozási, földterület-azonosítási és térinformációs rendszere.

A célom az volt, hogy egy mezőgazdasági területhasználaton alapuló osztályozási rendszert készítsek, amely megmutatja, hogy az egyes szántóföldeken milyen haszonnövényeket termeltek a vizsgált időszakban. Emellett ezekből az adatokból kiszámítottam, hogy a tájrészleten a különböző felszínborítási kategóriák mekkora területet foglalnak el.

A vizsgált terület három eltérő habitusú kistáj területére esik (Szerencsi-dombság, Harangod, Taktaköz). A munkámhoz 4, különböző időpontban (2000.06.10., 2000.08.20., 2000.09.30., 2001.08.08.) készült LANDSAT TM műholdfelvételt használtam fel. A térségben gazdálkodó agrárvállalkozás rendelkezésemre bocsátotta a mintaterületre eső mezőgazdasági táblák földhasználati tervét. Emellett terepi validálást végeztem GPS-készülékkel.

A műholdképek alkalmazásának az a nagy előnye, hogy a felvételek digitálisan készülnek, így számítógépes programokkal közvetlenül feldolgozhatók. Munkám során több térinformatikai szoftverrel dolgoztam (MapSource, Global Mapper, ArcMap), a vetésszerkezet elemzéséhez az IDRISI programot használtam. Nem ellenőrzött és ellenőrzött osztályba sorolást végeztem, majd kiszámítottam a területhasználati kategóriák területét hektárban.

Megállapítható, hogy a közepes felbontású multispektrális LANDSAT műholdfelvételek korlátozottan alkalmasak a növénytypus-változás vizsgálatára, mert a különböző vizsgálatok eredményei nagyon eltértek a valóságtól.



Mezővédő fásítások felmérésének eredményei nyírségi mintaterületeken*

Dr. Négyesi Gábor¹ – Borsos Lajos² – Orosz István Dávid³

1, adjunktus, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék,

2, geográfus hallgató, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék,

3, geográfus, oroszistvandavid@gmail.com

- A kutatás az OTKA K 83560 sz. és a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 pályázat támogatásával készült

A mezővédő erdősávok nagyon fontos szerepet töltenek be a szélerózió elleni védekezésben, ezért pontos felmérésüket fontosnak tartjuk. A vizsgálatunk célja egyrészt a Nyírségben kijelölt mintaterületeken az erdősávok és az erdőterületek változásának a felmérése, másrészt a jelenlegi állapotok alapján a mezővédő erdősávok tipizálása és minősítése.

A kutatásaink során az 1975-ben kiadott 1:10000-es méretarányú topográfiai térképekre, a CORINE-50 adatbázisra, a 2005-ben készült, jó felbontású ortofotókra és a terepi felméréseinkre támaszkodtunk. Az erdősültség meghatározásához felhasználtuk a Nyírerdő Zrt. 2010-es állapotot tartalmazó digitális erdőtérképét is. A térképek és ortofotók vetületbe illesztését és az erdők, erdősávok digitalizálását ArcView 3.2-es szoftver felhasználásával végeztük.

A kutatás eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy az 1975-2010 közötti időszakban a vizsgált nyírségi mintaterületeken az erdők területi ará-

nya nőtt. A két mintaterület közül a Nyugati-Nyírségben az erdősültség nem éri el a 4%-ot, viszont a DK-Nyírségben ennek több, mint a tízszeresét mértük.

Az adatokból megállapítható, hogy a megfelelően telepített többsoros erdősávok aránya mindegyik mintaterületünkön alacsony. A két mintaterület közül DK-i-Nyírségben a negyede, a Nyugati-Nyírségben pedig alig több mint a tizede felel meg a védekezés szempontjából legjobb kategóriának.

A részben megfelelően telepített erdősávok többsége a zárt egysoros kategóriába tartozik és ide soroltuk a többsoros zártak közül azokat is, amelyek a széliránnyal megegyező szöveget zárnak be. Ebből a típusból az egysoros zárt ÉNy-i irányúak, valamint a többsoros zárt ÉK-i irányúak fordulnak elő magasabb százalékarányban. A DK-i-Nyírségben a mezővédő erdősávoknak közel a fele, a Ny-i-Nyírségben pedig a negyede tartozik a részben megfelelően telepített kategóriába. A nyírségi mintaterületeinken nagyon magas a helytelenül telepített erdősávok aránya. A két mintaterület közül a Ny-i-Nyírség 61,68%-os aránya a legmagasabb, de a másik mintaterület erdősávjainak közel a harmada is a helytelenül telepített kategóriába tartozik.



Kerékpáros túra-tervező webalkalmazás létrehozása ESRI ArcGIS 10 Server-környezetben

Pretz Dániel

hallgató, ELTE-TTK FFI, pretzdaniel@gmail.com

A poszter OpenStreetMap adatbázisra épülő kerékpáros-túratervező webalkalmazás létrehozását mutatja be ESRI ArcGIS 10 Server szoftver-környezetben, Network Analyst kiterjesztés használatával.

Napjainkban a kerékpározás egyre népszerűbbé, divatosabbá válik, mint sport, és mint közlekedési mód egyaránt. A kerékpáros-infrastruktúra minőségileg és mennyiségileg is folyamatosan fejlődik, bővül. Ugyanez mondható el a navigációra alkalmas eszközök, valamint a térinformatikai alkalmazások használatának területén. A két folyamat eredőjeként tehát egyre nagyobb igény mutatkozik a kerékpározáshoz kapcsolódó térinformatikai alkalmazásokra, például kerékpáros útvonaltervező. Ugyan számos kerékpáros útvonaltervező alkalmazás érhető el hazánk területére, de ESRI-környezetben megvalósított szolgáltatás eddig nem volt megtalálható a kínálatban.

Az általam készített alkalmazás mintaterülete a Közép-magyarországi régió. Alapja az OpenStreetMap (OSM) szabadon felhasználható adatbázisa,

melyet saját terepi felmérésekkel egészítettem ki. Az OSM xml-formátumban beszerzett adatokat az ArcObjects alatt futó osm2nds szoftverrel konvertáltam file geoadatbázis alapú hálózati modellé (network datasetté) az ArcGIS Network Analyst számára. Az ilyen módon előkészített adatbázist SRTM domborzatmodellre illesztettem, melynek köszönhetően a rendszer valóság-hűbb útvonalszámításokra képes.

A desktop-környezetben előkészített adatokat és a modellt ESRI ArcGIS 10 Serveren publikáltam. Ezen szolgáltatások köré böngészőn keresztül elérhető webalkalmazás készült. A szolgáltatás kerékpáros túrák ajánlását teszi lehetővé a mintaterületen. A tervezés során a felhasználók preferenciái paraméterként megadhatók – például legrövidebb, leggyorsabb, legkisebb szintkülönbséget legyőző útvonal-ajánlat. Az alkalmazás POI-készletet is tartalmaz, részben az OpenStreetMap adatbázisából, részben saját felmérés alapján, tematikus bontásban.

További tervezett szolgáltatás az adatbázis valós idejű szerkesztése terepi eszközök segítségével, statisztikák készítése az útvonallról, valamint fókák feltöltése a rendszerbe az egyes pontokról. A munka későbbi szakaszában lehetőség nyílik mobil-alkalmazás létrehozására is.



Öntéstalajok mikroheterogenitásának vizsgálata a Felső-Tisza- vidéken

Somodi Zsófia

hallgató, DE-TTK Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, somodi.zsofi@gmail.com

Munkám során az öntéstalajok mikroheterogenitásának vizsgálatával foglalkoztam a Felső-Tisza-vidéken, egy hullámtéri mintaterületen. Témaválasztásom oka az volt, hogy bár a szakirodalomban sok helyen olvashatjuk, hogy a talajoknak nagy a heterogenitása, ennek ellenére igen kevés a konkrét adatokat bemutató, szemléltető vizsgálat, publikáció.

Céлом az volt, hogy feltárjam és bemutassam egy kis – és a lehető legtöbb szempontból (domborzat, talajtípus, területhasználat, mezőgazdasági kezelés) egységes – területen belül a talajtulajdonságok térbeli változékonyságát, valamint feltárjam a heterogenitás lehetséges okait.

Kutatásom során egy 3 ha-os területről 80 talajmintát gyűjtöttem be ~20 m osztásközű rácsháló alapján, majd dolgoztam fel a DE Földtudományi Intézet laboratóriumában. Az eredményeket statisztikai módszerekkel elemeztem, melyhez SPSS 17.0-t használtam. Kiszámítottam az egyes talajtulajdonságok átlagát, szóródási tartományát és relatív szórását. A térbeli heterogenitást kartogramokon ábrázoltam a Surfer 10 segítségével. Korreláció-

vizsgálatot is végeztem és diagramokon ábrázoltam a vizsgált talajtulajdonságok közötti kapcsolatok szorosságát. A területet É-D és K-Ny-i irányban kettéosztva Mann-Whitney próbával azt vizsgáltam meg, hogy szignifikáns-e az eltérés az így kapott területrészek között.

Munkám során a következő eredményekre jutottam:

Mikroheterogenitást tekintve a mintaterületen a kémhatás a legegységesebb (5% alatti relatív szórás). A humusz mennyisége (19%) és minősége (27%) jóval változékonyabb, ahogyan a fajlagos elektromos vezetőképesség (27%) is. A fémkoncentrációkat tekintve a vas- és a mangánkoncentráció kevésbé (17–17%), a cink- (24%), réz- (30%) és nikkelkoncentráció (21%) viszont nagyon változékony a parcellán belül. Fémkoncentrációk esetén tapasztalható a legszorosabb korrelációs kapcsolat (cink-mangán, cink-vas, vas-mangán). A Mann-Whitney próba kimutatta, hogy főleg a fémek esetében a K–Ny-i megosztás szignifikánsan különböző koncentrációkat eredményez. Ez az irány éppen merőleges a Tisza medrére, azaz az üledékekkel érkező fémek mennyiségét is jelentősen befolyásolja.

Dolgozatom fő eredménye, hogy bizonyítottam, hogy egy kis területen belül is igen komoly különbségek tapasztalhatók a talajtulajdonságokban. Ez azért is fontos, mert a talajmintavételi irányelvekben és szabványokban több esetben 6 ha-os területet jelölnek meg az átlag mintavételezés területének.



Belvízi monitoring, menedzsment és kockázátértékelés a Délkelet-Alföldön és Észak-Szerbiában (Távérzékelési és térinformatikai módszerek alkalmazásával)

Dr. Szatmári József

Projekt koordinátor, SZTE TTIK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tsz.,
szatmari@geo.u-szeged.hu

Abstract: Inland excess water is a serious hazard and represents a contemporary problem in Hungary, particularly in Csongrád County and in Serbia, especially in its northern part, Autonomous Province of Vojvodina. The project aims at the solution of four interrelated questions with the means of both fundamental and applied research in the areas Marosszög and Banat during the 24 month time period. First, we are intended to examine the formation of the different types of excess waters. We are going to monitor the conditions of groundwater seepage using monitoring well system with acoustic sensors. We plan to organize a WEB based monitoring system, which would support the management of excess

waters. Finally, we are ready to set up an excess water risk model. The integration of modern and traditional tools and approaches is the key for generating a change in the strategy of excess water management, which could be harmonized this way with the EU directives. In the region the University of Szeged and the University of Novi Sad have got the greatest research potential, the present project would be a great opportunity to create a prosperous scientific cross-border relationship to strengthen environmental and economical sustainability.

A belvív a Kárpát-medencére nagyon jellemző természeti-társadalmi jelenség. A belvív számos medencehelyzetű európai országban jelent komoly veszélyt, de a nemzetközi szakmai közvélemény úgy tekint rá, mint jellemzően kárpát-medencei problémára.

A Szegei Tudományegyetem (TTIK) és az Újvidéki Egyetem (Természettudományi és Matematikai Kar, Műszaki Kar) geográfus, geoinformatikus és műszaki informatikus kutatói fogtak össze az Európai Unió által támogatott program keretében. A projekt megvalósítása során olyan megoldás tudományos alapjait teremtik meg, amely feltárja a belvízkeletkezés okát, bemutatja a veszélyeztetettség mértékét, elemzi előrejelezhetőségét, de egyúttal figyelembe veszi azt is, hogy gazdálkodni kell a vízzel, beleértve - a szárazodásra tekintettel - a víz visszatartását is.

A mintaterületeken (Homokhátság, Torontál, Marosszög, Bácska, Bánát) tervezett projekt kiemelt feladata lesz a belvizek keletkezésének, lehetséges összegyülekezési helyeinek monitoringja, tudományos feltárása, amelynek során – a határ mindkét oldalán – 25-25 mérési pontból álló kúthálózat kiépítésére, egyedi érzékelők fejlesztésére és geostatistikai modellezési módszerek kidolgozására kerül sor. Azoknak a helyeknek a meghatározása, ahol megfelelő műszaki megoldásokkal a rövid távú vízkárelhárítás eredményesebb lehet, valamint ahol az elsődlegesen károsnak tűnő vízkészletek hasznosíthatóan visszatarthatóak, az SZTE terepi adatgyűjtéseket és légi-felvételezéseket végez, valamint nagyfelbontású műholdfelvételek beszerzésére és elemzésére kerül sor. A támogatott terület civil és szakmai közönségének informálására sajtótájékoztatókat, szakmai konferenciákat szervezünk, valamint WEB oldalt fogunk működtetni. A projekt eredményeiből, végkövetkeztetéseiből tudományos összefoglaló kiadványt publikálunk.

www.hu-srb-ipa.com

www.geo.u-szeged.hu/meriexwa



A projekt az Európai Unió
társfinanszírozásával valósul meg

Az összefoglaló tartalma az Európai Unió pénzügyi támogatásával valósult meg. Az összefoglaló tartalmáért teljes mértékben az Szegei Tudományegyetem és az Újvidéki Egyetem vállalja a felelősséget, és az semmilyen körülmények között nem tekinthető az Európai Unió és/vagy az Irányító Hatóság állásfoglalását tükröző tartalomnak.



A Sárrét hidrológiai vizsgálata

Túri Marianna

I.éves Geográfus MSc hallgató, Debreceni Egyetem, marianna321@freemail.hu;

Bevezetés

A Sárrét hidrológiai vizsgálata során, a talajvíz, csapadék és felszínvíz kapcsolat rendszerét, illetve mindezek tulajdonságait vizsgálom különböző matematikai statisztikai és geoinformatikai módszerek segítségével.

Felhasznált anyag

A Sárrét hidrológiai jellemezésére 21 talajvízkút, 8 felszíni vízmérce, 8 csapadékmérő állomás napi, havi és éves adatait használok fel, az így elkészült adatbázis megközelítőleg 50 éves időintervallumot ölel fel 1951-től kezdődően 2005-ig bezáródóan.

Mintaterület

A minta területem a Berettyó-Körösvidék középső részén elterülő Sárrét, amelynek területe 3347.9 km² és öt kistáj részét foglalja magába, így ez a Nagy-Sárrét déli részét, a Dévaványai-Sík déli-délkeleti szakaszát, a Bihari-Síkot, a Kis-Sárrétet, és a Körös-Menti-Síkot képezi.

Alkalmazott módszerek

Az alkalmazott módszerek között szerepel a vizsgált változók éves periódus vizsgálata, lineáris trend analízise, valamint különböző korrelációs vizsgálatok és klaszteranalízisek. A vizsgált idősorok alapirányzatának alakulásának, a jellemző tendenciájának a megállapítására alkalmaztam a lineáris trendszámítást. A korrelációs vizsgálatok végrehajtása, a Sárrét talajvíz- csapadék- felszínvíz kapcsolatrendszerének feltárása érdekében történik. A klaszteranalízisek célja a talajvíz szempontjából hasonló jellegű területek lehatárolása. A Sárrét talajvizének lehetséges áramlási irányának meghatározása szintén a kutatás részét képezi, amelynek meghatározását vektor térképek segítségével végeztem el. Munkám során gondot fordítottam a belvízveszélyes területek kijelölésére, melyek meghatározása az elkészített adatbázis adatainak különböző leválogatása alapján készült el.

Felhasznált szoftverek

Az adatsorok eredményesebb kiértékelésére és szemléltetésére különböző kartográfiai, geoinformatikai módszereket alkalmaztam. A Golden Software Surfer, SmartSketch és ArcView 3.2 segítségével eltérő tematikus, eredmény és különbség térképeket készítettem. A matematikai statisztikai alkalmazásokat MsExcel, MsAcces, SPSS, és Past szoftverrel hajtottam végre.

Összegzés

A munkám során törekszem arra, hogy természetföldrajzi jellemzéssel átfogó képet adhassak a Sárrétről és annak vízrajzi adottságairól, mindezek szemléletesebb bemutatására igyekszem hasznos térképek, ábrák, diagramok elkészítésével. A konferencián bemutatott poszteren mindezen eredményeket szeretném szemléltetni.



Tematikus túraútvonal kiépítése a Hortobágyon geoinformatikai eszközökkel

Varga Orsolya Gyöngyi

Hallgató, Debreceni Egyetem – Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék
Elérhetőség: bambusz123@gmail.com

Abstract: In this study I discuss the establishment of a touristical information system, based on GPS technology, which has been made in order to help the tourist to navigate and inform them about the sights of Hortobágy.

Tanulmányomban egy, a Hortobágyon elhelyezkedő tematikus túraútvonal elkészítését tűztem ki célul, amelyet a turisták PDA segítségével, papír alapú térkép követése nélkül használhatnak, ezzel megkönnyítve és kényelmessé téve a terepen töltött időt.

Ilyen, GPS alapján követhető turisztikai információs rendszer megvalósítása nem egyedülálló, már több turisztikailag frekventált helyen kidolgozásra került, ám a Hortobágyra eddig nem készült el.

A rendszer kiépítéséhez szükséges az interneten elérhető releváns információk letöltése. Ez a művelet az Open Street Map (Térképadatok © OpenStreetMap közreműködői, CC-BY-SA) honlapján ingyenesen elérhető adatok (amelyek alapvetően WGS-84 koordináta-rendszerben vannak) expor-

tálásával könnyedén elvégezhető volt, majd az innen kinyert adatokat shape formátumúvá alakítottam. A terepen végzett méréseim során GPS-készülékkel turisztikailag jelentős pontokat vettem fel a Tourinform nyilvános információi és a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóságának honlapja (www.hnp.hu) alapján fontosnak ítélt helyszíneken, valamint a turisták számára a kirándulás során hasznosnak ígérkező pontokon (pl. bankautomata, orvos, patika, étterem, szálláslehetőség). A fenti forrásokból és a Hortobágyal foglalkozó irodalmakból összegyűjtöttem az adott pontokhoz tartozó fontos információkat, és azokat rövid, 5–10 mondat terjedelmű tájékoztató szöveggé sűrítettem.

Ezután az egyes pontokhoz a hozzájuk tartozó, általam összegyűjtött turisztikai információkat és a terepen készített fényképeket csatoltam, amelyek az egyes pontok elérésekor fontos információt szolgáltatnak a turistának. A rendelkezésre álló pontok 2 fő útvonalra fűzhetőek fel: az egyik a Hortobágy nagyközségben található nevezetességeket érinti, a másik a Nemzeti Park ennél tágabb területén futó, hosszabb útvonal.

A rendszerezett adatok összessége és a GPS-technológia együttese kielégíti a napjainkban egyre elterjedtebb, ilyen jellegű technikai segédeszközökkel kirándulók igényeit.

MELLÉKLETEK

CAD / Inform

4026 Debrecen, Bem tér 18/c
Tel: 52-522-730, Fax: 52-452-685
cad.inform@cadi.hu
www.cadinform.hu

CAD+Inform Kft. tevékenységének bemutatása

Általános ismertetés

A CAD+Inform Kft. a műszaki tervezés és a grafikus alapú nyilván-
tartó rendszerek területén, a piacvezető amerikai Autodesk CAD/GIS szoft-
verfejlesztő cég szakmai megoldásainak magyarországi forgalmazója. Jelen-
tős szerepe van a fejlett számítógépes tervező technológiák hazai elterjedésé-
ben és sikeres alkalmazásában. A CAD+Inform készítette el többek között az
AutoCAD Map első magyar nyelvű verzióját is.

A CAD+Inform rendelkezik az Autodesk hivatalos kereskedelmi jo-
gával, továbbá Magyarországról elsőként lett tagja az Autodesk alkalmazás-
fejlesztők hálózatának (ADN).

Másik jelentős terület a számítógépes folyamat-szimuláció, amely a
nagyvállalati elemző és tervező alkalmazások egyik legdinamikusabban fej-
lődő ágazata.

AUTODESK szakirányok

Építőmérnöki szakirány

Az alapszoftver az AutoCAD Civil 3D építőmérnöki tervező rendszer,
amelyet a CAD+Inform által speciálisan a magyar tervezői igényeknek meg-
felelően kifejlesztett víz-, gáz-, csatorna- és csapadékelvezető-hálózat tervező
alkalmazás egészíti ki. A C+I Közműhálózat Tervező Rendszert sok nagy
tervező vállalat mellett a kisebb tervező irodák is sikerrel alkalmazzák a
közműfejlesztési projekteknél.

Digitális térképészeti és térinformatikai szakirány

Alapszoftverek az AutoCAD Map 3D és az adatok térinformatikai
megjelenítését támogató Autodesk Infrastructure Map Server.

A legnagyobb magyar közműszolgáltatóknál végzett sikeres projektek során, a CAD+Inform jelentős tapasztalatokat szerzett a digitális közmű szakági térképek létrehozásában, egységesítésében, topológiák létrehozásában és elemzésében, a beszállítói átvételi eljárások számítógépes támogatásában, a szakági térképek közzétételében és a grafikus műszaki adatok térinformatikai rendszerbe történő migrálásában.

Általános gépészeti szakirány

Az Autodesk általános gépészeti szakirányt támogató programjai közé az AutoCAD Mechanical, valamint a legújabb fejlesztésű Autodesk Product Design Suite programcsomagok tartoznak. Cégünk szakmai támogatása a szoftverek használatát megkönnyítő oktatáson vagy szakmai konzultáción túl, a hibás rajzok javításán át, a bonyolultabb részfeladatok megoldásáig terjed.

Egyéb szolgáltatások

Oktatás

A CAD+Inform teljes körű képzést biztosít az általa forgalmazott Autodesk szoftverekhez. A tanfolyamok rendelkeznek program-akkreditációs tanúsítvánnyal. A kurzusok egy részét a nagyobb felhasználó vállalatok foglalják le, saját szakembereik szakmai képzésére. A zártkörű képzések mellett a CAD+Inform rendszeresen indít hirdetett tanfolyamokat is, melyekre szabadon lehet jelentkezni.

Grafikus adatfeldolgozás

A CAD+Inform elsősorban a digitális térképészet, a grafikus műszaki feldolgozás, a közmű adatbázisok feltöltése és migrálására területén végez szolgáltatási tevékenységet. A grafikus adatfeldolgozó csoport munkáját a saját fejlesztésű, feladatra orientált belső alkalmazások teszik hatékonyá.

Folyamat modellezés és működés szimuláció

A folyamat-szimulációs szakág alapját, a technológia-vezetőnek szánt angol Lanner Group Limited által kifejlesztett, Witness esemény alapú szimulációs szoftver magyarországi termék képviselője adja. A szimulációs alapszoftvert további modulok egészítik ki, úgy mint a folyamat optimalizáló. A rendszer egyaránt alkalmas a gyártási, logisztikai, üzleti és szolgáltatási folyamatok tudományosan megalapozott, hatékony, és mégis szemléletes vizsgálatára, elemzésére.

Szolgáltatás keretében a CAD+Inform Kft. vállalkozik egyedi szimulációs projektek megvalósítására is.



Cégismertető



Magasépítési díj



Topobase díj



Infrastruktúra díj

2009-ben a HungaroCAD Kft. megszerezte az Autodesk Partner programban a legmagasabb Autodesk Gold Partner szintet.

Az Autodesk Gold Partnerek teljes körű Autodesk szoftver megoldásokat kínálnak, és bizonyított, mérhető műszaki szakértelmet nyújtanak az adott iparágban és egyedi projektek esetében. A Gold Partnerek szakembereik révén teljes körű vásárlás előtti és utáni támogatást, képzést, beüzemelést és egyedi szolgáltatásokat tudnak nyújtani. A Gold Partnerek szorosan együttműködnek az Autodesktel, így képesek rá, hogy segítsék ügyfeleiket abban, hogy Autodesk szoftverekbe fektetett tőkéjük maximálisan megtérüljön.

A **HungaroCAD Kft.**-t 1991 decemberében öt magánszemély alapította, ma is Ők vezetik a céget. Ma már 21 főre bővült a kft. Munkatársaink építő-, építész-, gépész-, és villamosmérnökök, térinformatikusok, valamint informatikusok. Külső munkatársakkal is dolgozunk, akik napi gyakorlattal rendelkeznek, folyamatosan frissítik a belső kollégák gyakorlati tudását. Így nem szakadnak el a mindennapi gyakorlattól és ismerik a szakma legfrissebb igényeit is.

"Fő profil: a szoftverforgalmazás és fejlesztés"

A HungaroCAD fő profilja a mérnöki tervező rendszerek forgalmazása és fejlesztése az építőipar, a vegyipar, a gépipar és a villamosipar számára. A mérnöki munka szinte minden területére tudunk ajánlani tervező, nyilvántartó rendszereket. Programjainkat, fejlesztéseinket széles körben használják a közmű- és létesítmény-nyilvántartásban, gazdálkodásban, vagyis a térin-

formatika, létesítménygazdálkodás területén. A könyvtáryira duzzadt rajzok, szerződések, műleírások között a műszaki dokumentáció menedzsment rendszerünk teremt rendet.

Saját fejlesztésű programjaink:

- HunCV
- HunForg
- HungaroVIT
- INVATER
- FM Guide
- PlanPipe
- HcDAT

Létszámunk és a külső alkalmazottak létszáma lehetővé teszi, hogy nagyobb rendszerek kifejlesztését, felépítését, kulcsrakész átadását is elvállaljuk.

Rendszerintegrátori tevékenység

A HungaroCAD Kft. elsősorban szoftverorientált cég. Partnereinkkel együttműködve azonban komplett rendszerek szállítását is vállaljuk (számítógépek, perifériák, grafikus kártyák, monitorok, plotterek, Microsoft termékek stb.). Felhasználóink így biztosak lehetnek abban, hogy az általuk vásárolt rendszerben a szoftverek és hardverelemek tökéletes és kompatibilis egéséget alkotnak. A rendszereinkre garanciát, rendszerfelügyeletet és oktatást is vállalunk.

Főállású munkatársaink és külső szakértőink a rendszer leszállításán túl folyamatosan biztosítják a rendszer használatához szükséges technikai támogatást, telefonos konzultációt. Igény esetén rendszer felügyeleti megállapodást is köthetünk.



Saját oktatótermünk rendelkezésre áll, alap és továbbképző tanfolyamok tartására. Az Autodesk oktatócentrumaként módunkban áll, vizsgáztatni is a hallgatót, ha kéri és sikeres vizsga esetén az Autodesk, oklevéllel igazolja a tanfolyam elvégzését.

Referencia

MATÁV Rt., MOL Rt., FŐTÁV Rt., TOTALGAZ Rt., BUDAPEST FERIHEGY NEMZETKÖZI REPÜLŐTÉR ÜZEMELTETŐ RT. (volt LRI), AUDI, MNB Rt., FIBERNET KOMMUNIKÁCIÓS RT. Finta Stúdió Kft., Hungaro-Austro Plan Kft., Mérték Stúdió Kft., KORTÉX Kft., KELET-TERV, DÉLTERV. Óbuda-Újlak Zrt. FŐMTERV Zrt, FGSZ Zrt, Zalaegerszeg-, Nagykanizsa-, Veszprém-, Székesfehérvár-, Sopron-, Cegléd-, Szigetszentmiklós-, Bp. XII ker.-, Esztergom-, Önkormányzatai. Egri Építész Iroda, Aerotechnika, SZETÁV, METRÓBER Kft., NYÍRTERV Kft., KIPCALOR Kft. BORSODCHEM Rt., Richter Gedeon NyRt., CHINOIN NyRt., ICN Magyarország Rt., TECHTRADING Kft., BKK-Közút Zrt., Állami Autópálya Zrt., Paksi Atomerőmű Zrt., Pipelife Hungary., stb.

Pénzügyi stabilitás

A HungaroCAD Kft. bevétele évről évre növekszik és partnereinek gyarapodása (partnereink száma már elérte az 1.500-at) híven tükrözi a cég pénzügyi stabilitását és eredményességét. A korábbi években is a legeredményesebb Autodesk forgalmazók voltunk Magyarországon és a cégünk a 2000 évben az Autodesk legnagyobb növekedést realizáló forgalmazója lett az Európa, Közel-Kelet, Afrika (EMEA) régióban!

Elérhetőség, cím:

1022 Budapest Bogár u. 16/B.

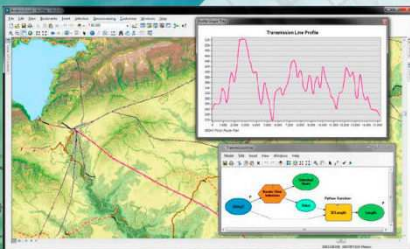
Tel.: 326 8209

e-mail: info@hungarocad.hu

web: www.hungarocad.hu

10 Reasons to Upgrade to ArcGIS 10

ArcGIS 10 transforms the way people use and apply GIS technology. Whether you are using ArcGIS in a desktop, server, or mobile environment, ArcGIS 10 improves how geographic information is leveraged throughout your enterprise. If you are not using ArcGIS 10 yet, here are ten reasons why you should:



New analysis tools are among the many reasons to use ArcGIS 10.

- Increase collaboration via tight integration with ArcGIS® online search and share capabilities.
- Simplify map creation with streamlined editing, Python®, and map books.
- Search by keywords or data types to find data, symbols, and maps quickly.
- Use new analysis tools such as Fuzzy Overlay and Location-Allocation.
- Perform in 3D virtually everything you can do in a 2D environment.
- Create, manage, and visualize time-aware data for more in-depth analysis.
- Use and manage imagery more efficiently on the desktop and the server.
- Extend mobile projects to tablet-based PCs using the ArcGIS Mobile customizable, ready-to-deploy application.
- Build apps with additional Web APIs and streamlined software developer kits.
- Borrow ArcGIS Desktop 10 licenses for temporary use away from the office (e.g., field units, work from home, business travel).

Customers who were current on maintenance as of June 1, 2010, can receive ArcGIS 10 at no additional cost.

To learn more, visit esri.com/arcgis10.



Copyright © 2010 Esri. All rights reserved. Esri, the Esri globe logo, ArcGIS, ArcMap, ArcInfo, and esri.com are trademarks, registered trademarks, or service marks of Esri in the United States, the European Community, or certain other jurisdictions. Other companies and products mentioned herein may be trademarks or registered trademarks of their respective (local) owners.

G#43997 1581 15x10/10pm

GNSS szolgáltatás

Földhivatal online

Digitális Domborzatmodell

TakarNet rendszer

VINGIS

Geoshop

MePAR

Ortofotó

Digitális Terepmodell

Térképi adatszolgáltatások

Térinformatika

Légifelvétel

Távérzékelés

fömi

FÖLDMÉRÉSI ÉS TÁVÉRZÉKELÉSI INTÉZET
1149 Budapest, Bosnyák tér 5.
+ 36 1 222-5101, fax: + 36 1 222 5112
www.fomi.hu
info@fomi.hu

KIÁLLÍTÓK

