AZ ELMÉLET ÉS A GYAKORLAT TALÁLKOZÁSA A TÉRINFORMATIKÁBAN VI.

THEORY MEETS PRACTICE IN GIS





Szerkesztette:
Boda Judit

ISBN 978-963-318-488-2

Lektorálták:

Dr. Szabó Szilárd, Pajna Sándor, Kákonyi Gábor, Dr. Siki Zoltán, Dr. Kozma Gábor, Dr. Pázmányi Sándor, Dr. Szabó József (DE), Dr. Szabó György (DE), Dr. Kerényi Attila, Dr. Csorba Péter, Dr. Szabó György (BME)

A kötet a 2015. május 28-29 között Debrecenben megrendezett Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás előadásait tartalmazza.
A közlemények tartalmáért a szerzők a felelősek.

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.

Debrecen Egyetemi Kiadó
Debrecen University Press

Készült
Kapitális Nyomdaipari Kft.
Felelős vezető: ifj. Kapusi József
Debrecen
2015

Tartalomjegyzék

A konferencia résztvevőinek név- és címjegyzéke 7
Program 13

Előadások

Angéla Olasz – Dániel Kristóf – Binh Nguyen Thai: Big geospatial data processing 21
Árvai Mátyás – Kern Zoltán – Kohán Balázs – Marcel Mîndrescu – Nagy Balázs: A Farcău-tőzegláp medrének modellezése és térinformatikai elemzése fúrásadatok alapján 31
Balla Dániel – Kovács Zoltán – Varga Orsolya Gyöngyi – Zichar Marianna – Novák Tibor József: Terepi adatfelvétel és geovizualizáció Androidos platformon 39
Barkóczi Norbert Gábor – Szabó Gergely: Drón-alapú felszínmodellek pontosságvizsgálata egy alföldi mintaterületen 45
Bekő László – Lukácsy György – Katona Zsolt – Burai Péter: Tokaji szőlőtermőhelyek felmérése légi távérzékelési technológiával 53
Bertalan László – Dr. Szabó Gergely: Mederfejlődési vizsgálatok a Sajó hazai szakaszán 61
Braunmüller Péter – Takács Krisztián: Fentrol.hu – A digitális légifelvétel archívum és érdekességei 69
Burai Péter – Zlinszky András – Deák Balázs: Vegetációtérképezés légi szenzorok alkalmazásával 77
Burai Sarolta: Bocskaikert és Debrecen-Pallag összehasonlító településmorfológiai vizsgálata geoinformatikai eszközökkel 83
Chrabák Péter – Ladányi Richárd: Járatoptimalizálás térinformatikai vonatkozásai 91
Czimbalmos Róbert – Hatházi Ágnes – Zsembeli József: A Tiszafüred-Kunhegyesi sík szántóinak lehatárolásaés szerves szénkészletének becslése 101
Czinder Anita – Kohán Balázs – Csonka Diána – Kern Zoltán: A csapadék stabil oxigénizotóp értékének variogram vizsgálata a Kárpát-medencében 109
Edina Józsa:An evaluation of EU-DEM and SRTM1 in comparison with ASTER GDEM, SRTM3 and reference DEMs– geomorphometric approaches 117
Eisam Eldeen Fatima – Telbisz Tamás: Teraszok lehatárolása digitális terepmodell alapján a Maros középső szakasza mentén 127
Enyedi Péter – Kiss Alida – Lénárt Csaba – Katona Zsolt: Felszíni karsztformák térképezése LIDAR adatok felhasználásával az Aggteleki-karszt területén 133

Ervin Wirth – Anna Czinkóczky – György Szabó: Biodiversity estimation by agent logic 139
Gál Zoltán – Gaál István: Debreceni szuperszámítógép szolgáltatások a kutatásban 145

Grégory Lucas – József Solymosi – Csaba Lénart: Development of geo-processing models for the automatic generation of navigation data used for precise industrial disaster remediation 155
Grósz Gábor: Intelligens modellépítés és várostervezés térinformatikai adatok felhasználásával 163
Gyenizse Péter – Bognár Zita – Morva Tamás: Hova érdemes új lakást építeni Szegeden a lakosság véleményén alapuló geoinformatikai modell szerint? 169
Herschman Tamás: Open Tourist Map – Saját Drupal-disztribúció Leaflet alapon 179
Ilhom Abdurahmanov: Analysis of pasture land degradation reasons in Farish district of Jizzakh region of Uzbekistan 185
Jakobi Ákos: Raszter-jellegű vizsgálatok vektoros társadalmi adatokon 193
Kerimbay N. N. – Mamutov ZH. U. – Kakimzhanov E. H. – Makash K.K – Kerimbay B.S.: Development of the methodological foundations of GIS technology for geographical and territorial analysis when creating adaptive - landscape system of agriculture in Kazakhstan 201
Kis Réka – Gede Mátyás: A Kazinczy-levelezés vizualizációja Google eszközök segítségével 209
Kiss Kinga – Halmai Ákos – Czigány Szabolcs– Balassa Bettina – Bugya Titusz – Lóczy Dénes – Pirkhoffer Ervin: Deltatorkolat az alagsorban!? – Kismintás hidromorfológiai vizsgálatok 217
Kiss Levente – Ladányi Richárd: Új biomassza erőmű – és kiszolgáló ültetvények – helyének meghatározása térinformatikai módszerekkel az Inno Energy KIC keretében 225
Kitka Gergely – Huszár Tibor – Tobak Zalán – Szatmári József – van Leeuwen Boudewijn – Kovács Ferenc – Győri Anna – Okner Adrienn – Tóth Judit – Juhász Levente: Tűzcsapkataszter a Csongrád Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság szolgálatában 231
Kohán Balázs – Eisam-Eldeen Fatima – Iván Veronika – Horváth Erzsébet – Mészáros János – Sik András – Jakab Gergely – Szalai Zoltán: Vízmosások vizsgálata UAV eszközzel Kistés és Somogybabod példáján 237
Kovács Ferenc – Kitka Gergely – Huszár Tibor: Térinformatika az erdőtűzvédelem szolgálatában 245
Kovács Zoltán – Szabó Szilárd: Talajtulajdonságok becslése a LUCAS talajadatbázis spektrumkönyvtárával 253

Kozics Anikó – Monori Dávid – Móricz Dénes – Paár Ferenc – Tolnai Gábor: Az Országos Kékkör táblarendszerének kialakítása térinformatikai eszközökkel 259
Laborczi Annamária – Takács Katalin – Bakacsi Zsófia – Szabó József – Pásztor László: A Duna-Tisza köze genetikai talajtípus térképének előállítása adatbányászati eszközökkel 269
Látos Tamás – Deák Márton – Sik András: A marsi Gale-kráter formakincsének és felszíni összetételének vizsgálata webes térinformatikai eszközök alkalmazásával 277
Nagy Gábor: A terepfelszín mint függvény elemzésének lehetőségei 285
Nagy Gyula – Boros Lajos: A környezeti igazságtalanságok feltárásának térinformatikai módszerei 293
Neuberger Hajnalka – Juhász Attila: LiDAR adatok felhasználása a múlt katonai objektumainak felderítésében 307
Ónodi Zsolt – Szentpáli Áron: Települési GIS modellezés speciál kollégium 315
Orosz László – Mattányi Zsolt – Turczi Gábor – Kajner Péter – Simó Benedek – Vikor Zsuzsanna: A NATéR (Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer) fejlesztés 323
Pálóczi Gábor – Pénzes János: A kapcsolatháló-elemzés alkalmazási lehetősége a munkaerőpiaci vonzáskörzetek lehatárolásában 331
Plásztán József Zsolt – Jánószky Mihály – Tóth Csaba Albert: Geoinformatikai és környezetanalitikai módszerekkel történő korbecslés recens fluviális üledéktestekben 339
Pődör Andrea – Révész András – Ócsai Attila – Ladomerszki Zoltán: Közösségi zajtérképezés vizsgálata 347
Siki Zoltán: Automatizált geodéziai adatgyűjtés és feldolgozás nyílt forráskódú alapokon 355
Simó Benedek – Orosz László – Barczikayné Szeiler Rita: MFGI GIS – térinformatika földtanra optimalizálva 361
Stenzel Sándor: A felszín alá nézve, avagy mederfelmérés és talajradar 367
Szabó Loránd – Szabó Szilárd: Landsat TM, ETM+, OLI és EO-1 ALI űrfelvételek összehasonlító elemzése a Tisza-tó környezetében 371
Szabó Renáta : Egy 18. századi Valk-éggömb virtuális megjelenítése 379
Szabó Zsuzsanna – Szabó Szilárd – Szabó József – Tomor Tamás – Hunyadi Gergő: Felszínfejlődési szakaszok és formák vizsgálata LiDAR felmérés alapján a Tisza hullámterén 387
Szalóki Annamária: Geostatisztikai módszerek alkalmazhatóságának lehetőségei valamint korlátai mezőgazdasági művelés alatt álló területen 395
Szatmári József – Barta Károly: Az autópályák hatása a belvízképződésre Csongrád megyében 403

Takács Katalin – Laborczi Annamária – Bakacsi Zsófia – Szabó József – Pásztor László: Domborzatmodellek és űrfelvételek szerepe a digitális talajtérképezésben – országos termőréteg vastagság térképezés 413
Takács László – Lénárt Csaba: Légi lézerszkennelési technológia alkalmazása a kunhalom felmérésében 421
Ungvári Zsuzsanna: Valós tengerszint feletti magasságok meghatározása erdőfelületek alatt SRTM és CORINE adatok alapján 429
Utasi Zoltán – Pap Melinda: Egy térségi térinformatika adatbázis-építés tapasztalatai 437
Vámosi Attila: Koordináta-transzformáció SVM alkalmazásával 445
Varga Orsolya Gyöngyi – Túri Zoltán: Eltérő táji adottságú mintaterületek vizsgálata objektum alapú képfeldolgozással 453
Zita Bognár: A GIS model developed for the classification of urban areas – New directions, application possibilities – 461

Poszterek

Andrea Pődör – Shukhrat Shokirov – Ilhom Abdurahmanov – Aizhan Narieva – Gulden Ormanova: Creating a noise pollution map of Sopron city 469
Andrea Pődör – Bela Márkus – Odil Akbarov: Development of advanced Education in Geoinformatics for Enabling Sustainable Development in Uzbekistan 470
Nagy Gábor: DAT adatcsere-állományok kezelése nyílt forráskódú eszközökkel 471
Siki Zoltán: Geo4All 472
Lázár István – Szegedi Sándor – Tóth Tamás – Zakkar Gabriella – Papp László: A szélenergia potenciál becslés pontosságát befolyásoló szélprofilok vizsgálata távérzékelt adatok alapján 474
Fülöp György – Bakó Gábor – Sárközi Edit: Földmegfigyelési adatok alkalmazása biomassza mennyiségi becslésére 475
Andrási Bence: Dél-nyírségi felszínformák morfometriai elemzése domborzatmodell alapján 476
Piskóti-Kovács Zsuzsa – Molják Sándor: Energiatérképezés az Egri modellrégióban 476

Mellékletek 479
Szonzorok és Kiállítók 491

A konferencia résztvevőinek név- és címjegyzéke

Ádám Eszter	Érd MJV Polgármesteri Hivatal	adeszter@gmail.com
Aizhan Narieva	University of West Hungary	Janka_888@mail.ru
Andrási Bence	DE TTK Geográfus MSc	andrasibence.geo@gmail.com
Árvai Mátyás	ELTE Természetföldrajzi Tanszék	matyas.arvai@gmail.com
Bakacsi Zsófia	MTA ATK TAKI	zsofi@rissac.hu
Balázs Boglárka	DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék	geo.bb@mailbox.hu
Balla Csilla	FÖMI	balla.csilla@fomi.hu
Balla Dániel	DE Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék	balla.daniel@science.unideb.hu
Barczikayné Szeiler Rita	MFGI	szeiler.rita@mfgi.hu
Barkóczi Norbert Gábor	DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék	norbert.barkoczi@gmail.com
Barkóczi Zsolt	HUNAGI	barkoczizsolt@lltk.hu
Bekő László	KRF Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet	ifj.beko.laszlo@gmail.com
Bertalan László	DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék	bertalan@science.unideb.hu
Boda Judit	DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék	juditkabod@gmail.com
Bognár Zita	PTE TTK FDI	zita.bognar88@gmail.com
Boros Lajos	SZTE	borosl@geo.u-szeged.hu
Braunmüller Péter	FÖMI	braunmuller.peter@fomi.hu
Burai Péter	KRF	pburai@gmail.com
Burai Sarolta	DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék	buraisarolta@gmail.com
Chrabák Péter	Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft.	peter.chrabak@bayzoltan.hu
Czimbalmos Róbert	DE ATK Karcagi Kutatóintézet	rczimb@agr.unideb.hu
Czinder Anita	ELTE	anitaczinder@gmail.com
Cseri József	Nemzeti Kataszteri Program Nonprofit Kft.	info@nkp-kft.hu
Csige Sándor	CAD-Inform	Sandor.Csige@cadi.hu

Csorba Péter	DE Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék	csorba.peter@science.unideb.hu
Deák Márton	ELTE Természetföldrajzi Tanszék	dmarton42@gmail.com
Eisam Eldeen Fatima	ELTE Természetföldrajzi Tanszék	e.e.fati@gmail.com
Enyedi Péter	Envirosense Hungary Kft.	enyedipeti@gmail.com
Eördögh Imre	Autodesk	eordogh@techdata.hu
Érsek Ákos	GPSCOM Kft.	aersek@gpscom.hu
Firnix Attila	Geodézia Zrt.	firnix.attila@geodezia.hu
Fülöp György	GeoAdat Szolgáltató Kft.	gyfulop@geoadat.hu
Gál Zoltán	DE Szuperszámítógép (HPC) Központ	zgal@unideb.hu
Grósz Gábor	HungaroCAD Informatikai Kft.	grosz.gabor@hungarocad.hu
Gyenizse Péter	PTE	gyenizse@gamma.ttk.pte.hu
Hajzer Károly	Belügyminisztérium	ugyfelszolgalat@bm.gov.hu
Herschman Tamás	Kárpátok Kalandorai Természetjáró Egyesület	herschmi@gmail.com
Hunyadi Gergely	Envirosense Hungary Kft.	ghunyadi@gmail.com
Ilhom Abdurahmanov	University of West Hungary	ilhom.isakovich@gmail.com
Jakobi Ákos	ELTE	jakobi@caesar.elte.hu
Józsa Edina	PTE Földtudományok Doktori Iskola	edina.j0zs4@gmail.com
Juhász Attila	BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék	juhasz.attila@epito.bme.hu
Kákonyi Gábor	GeoIQ kft.	kakonyi@geoiq.hu
Karácsonyi Zoltán	Környezetgazdálkodási és Környezetpolotokai Központ	karacsonyiz@envm.unideb.hu
Képes Attila	FÖMI	kepes.attila@fomi.hu
Kerényi Attila	DE Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék	kerenyi.attila@science.unideb.hu
Keringer Zsolt	Szombathely Megyei Jogú Város Polgármesteri Hivatala	keringer@szombathely.hu
Kis Réka	ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék	rekuskis@gmail.com

Kiss Alida	KRF Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet	kiss.alida@gmail.com
Kiss Kinga	PTE Földrajzi Intézet	kissk@gamma.ttk.pte.hu
Kiss Levente	Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft.	levente.kiss@bayzoltan.hu
Kitka Gergely	Csongrád Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság	gergely.dr.kitka@katved.gov.hu
Kocsmárik János	Axiál Kft.	kocsmarikj@axial.hu
Kohán Balázs	ELTE Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék	balazs.kohan@gmail.com
Kolesár András	FÖMI	kolesar.andras@fomi.hu
Kovács Ferenc	SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék	kovacsf@geo.u-szeged.hu
Kovács Zoltán	DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék	kovacszoli88.geo@gmail.com
Kozics Anikó	Magyar Természetjáró Szövetség	kozics.aniko@termeszetjaro.hu
Kozma Gábor	DE Társadalomföldrajzi és Területfejlesztési Tanszék	kozma.gabor@science.unideb.hu
Kő Virág	FÖMI	ko.virag@fomi.hu
Laborczi Annamária	MTA ATK TAKI	laborczi@rissac.hu
Látos Tamás	ELTE TTK	latostamas@gmail.com
Lázár István	DE Meteorológiai Tanszék	lazar.istvan@science.unideb.hu
Lénárt Csaba	KRF Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet	cslenart@karolyrobert.hu
Lóki József	DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék	loki.jozsef@science.unideb.hu
Lucas Grégory	KRF	gregory.luc4s@gmail.com
Lucas-Harbula Éva	FÖMI	harbula.eva@fomi.hu
Makula László	Kvantitás Mérnöki Iroda	makula.laszlo@gmail.com
Markó László	Geodézia Zrt.	marko.laszlo@geodezia.hu
Mészáros György	FÖMI	meszaros.gyorgy@fomi.hu
Mikesy Gábor	FÖMI	mikesy.gabor@fomi.hu
Mikus Gábor	FÖMI	mikus.gabor@fomi.hu
Miszori Krisztián	DigiTerra Kft.	miszori.krisztian@digiterra.hu

Molják Sándor	Eszterházy Károly Főiskola	mosanyi@gmail.com
Nagy Gábor	Óbudai Egyetem, Geoinformatikai Intézet	nagy.gabor@amk.uni-obuda.hu
Nagy Gyula	SZTE Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék	geo.nagy.gyula@gmail.com
Naszádos Anna	FÖMI	naszados.anna@fomi.hu
Négyesi Gábor	DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék	gnegyesi80@gmail.com
Németh András	ESRI Magyarország Kft.	andras.nemeth@esrihu.hu
Némethné Meier Éva	FÖMI	meier.eva@fomi.hu
Neuberger Hajnalka	BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék	neuberger.hajnalka@epito.bme.hu
Nurzhan	University of West Hungary	n.kerimbay@mail.ru
Olasz Angéla	FÖMI	olasz.angela@fomi.hu
Ónodi Zsolt	ELTE Térinformatikai Műhely	onodi.zs@gmail.com
Orosz László	Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI)	orosz.laszlo@mfgi.hu
Pajna Sándor	eKÖZIG Zrt.	ekozig@ekozig.hu
Pallos Péter	Leica Geosystems Hungary Kft.	peter.pallos@leica-geosystems.com
Pálóczi Gábor	DE Társadalomföldrajzi és Területfejlesztési Tanszék	paloczig@gmail.com
Pap Krisztián	GPSCOM Kft.	kpap@gpscom.hu
Pásztor László	MTA ATK TAKI	pasztor@rissac.hu
Pázmányi Sándor	eKÖZIG Zrt.	sandor.pazmanyi@ekozig.hu
Petrányi Bernadett	FÖMI	petranyi.bernadett@fomi.hu
Pirkhoffer Ervin	PTE	pirkhoff@gamma.ttk.pte.hu
Piskóti-Kovács Zsuzsa	Eszterházy Károly Főiskola, Innorégió Tudásközpont	piskotizsuzsa@ektf.hu
Plásztán József Zsolt	DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék	plasztanj@gmail.com
Pogrányi Károly	HungaroCAD Informatikai Kft.	pogranyi.karoly@hungarocad.hu
Pődör Andrea	Óbudai Egyetem AMK Geoinformatikai Intézet	podor.andrea@amk.uni-obuda.hu
Rábay Andor	MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt.	rabaya@mvmpaks2.hu
Shukhrat Shokirov	University of West Hungary	shukhrat811@gmail.com
Sieglerné Matus Judit	MTA ATK TAKI	judit@rissac.hu

Sik András	ELTE Térinformatikai Műhely	sikandras@gmail.com
Siki Zoltán	BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék	siki@agt.bme.hu
Simó Benedek	Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI)	simo.benedek@mfgi.hu
Stenzel Sándor	Geodézia Zrt.	stenzel.sandor@geodezia.hu
Szabó Gergely	DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék	szabo.gergely@science.unideb.hu
Szabó György	BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék	gyszabo@eik.bme.hu
Szabó György	DE Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék	szabo.györgy@science.unideb.hu
Szabó József	DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék	szabo.jozsef@science.unideb.hu
Szabó Krisztina	ESRI Magyarország Kft.	krisztina.szabo@esrihu.hu
Szabó Loránd	DE TTK Geográfus MSc	slori567@gmail.com
Szabó Renáta	MTA CSFK Földrajztudományi Intézet	renataszabo.map@gmail.com
Szabó Szilárd	DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék	szabo.szilard@science.unideb.hu
Szabó Zsuzsanna	DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék	zs.szabozsuzsa@gmail.com
Szalóki Annamária	DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék	szaloki.annamaria@gmail.com
Szatmári József	SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék	szatmari@geo.u-szeged.hu
Szentesi Andrea	DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék	szentesi.andrea@science.unideb.hu
Szentpáli Áron Zsolt	ELTE Társadalom- és Gazdaságföldrajzi Tanszék	szentpaliaron@tgf.elte.hu
Széplaki Ágnes	eKÖZIG Zrt.	agnes.szeplaki@ekozig.hu
Szlávik Eszter	FÖMI	szlavik.eszter@fomi.hu
Takács Katalin	MTA ATK TAKI	takacs.katalin@rissac.hu
Takács Krisztián	FÖMI	takacs.krisztian@fomi.hu
Takács László	DE Földtudományok Doktori Iskola	talpo87@gmail.com
Tamaska Richárd	ELTE Térinformatikai Műhely	richard.tamaska@gmail.com
Tobak Zalán	SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék	tobak@geo.u-szeged.hu

Tolnai Gábor	Magyar Természetjáró Szövetség	tolnai.gabor@termeszetjaro.hu
Tomor Tamás	KRF Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet	tomor@karolyrobert.hu
Tóth Csaba	DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék	toth.csaba@science.unideb.hu
Turcsánné Tóth Zsuzsanna	FÖMI	turcsan.zsuzsa@fomi.hu
Túri Zoltán	DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék	turi.zoltan@science.unideb.hu
Ungvári Zsuzsanna	ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék	ungvarizs@map.elte.hu
Utasi Zoltán	Eszterházy Károly Főiskola	utazo74@gmail.com
Váczy Attila	Nemzeti Kataszteri Program Nonprofit Kft.	vaczy@nkp-kft.hu
Vámosi Attila	DE Műszaki Kar	vamosi.attila@eng.unideb.hu
Van Leeuwen Boudewijn	SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék	leeuwen@geo.u-szeged.hu
Varga Orsolya Gyöngyi	DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék	varga.orsolya.gyongyi@gmail.com
Varga Zoltán	Geomentor Kft	info@geomentor.hu
Vikor Zsuzsanna	Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI)	vikor.zsuzsa@mfgi.hu
Vízhányó József	ESRI Magyarország Kft.	agnes.marjai@esrihu.hu
Wirth Ervin	BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék	wirthervin@gmail.com

Program

2015. május 28.

Regisztráció

8:00-tól Debreceni Egyetem Főépület

10:30 – 10:40 Megnyitó

Aula (Főépület II. emelet)

Plenáris előadások

10:40-11:00 **Hajzer Károly:** Az eközigazatás helyzete, jövője
(Belügyminisztérium, Informatikai Helyettes Államtitkár)

11.00-11.20 **Keringer Zsolt:** Önkormányzati térinformatika alkalmazása a gyakorlatban
(osztályvezető - Szombathely Megyei Jogú Város Polgármestri Hivatal)

11.20-11.40 **Barkóczi Zsolt:** A megújuló HUNAGI
(A HUNAGI elnöke)

11.40-12.00 **Stenzel Sándor:** A felszín alá nézve, avagy mederfelmérés és talajradar
(Geodézia Zrt.)

12:00 – 12:45 Szakkiállítás megnyitója, kiállítók bemutatkozása (Díszudvar - főépület földszint)

12:45 – 13:30 Ebédszünet (Nagyerdei Étterem - főépület mögött)

SZEKCIÓÜLÉSEK

1. szekció:
FŐÉPÜLET földszint I. terem
Moderátor:
Dr. Szabó Szilárd

13:45-14:05 **Zita Bognár:** A GIS model developed for the classification of urban areas – New directions, application possibilities –

14.05-14.25 **Ervin Wirth–Anna Czinkóczky–György Szabó:** Biodiversity estimation by agent logic

14.25-14.45 **Kerimbay N. N.–Mamutov ZH. U.–Kakimzhanov E. H.–Makash K.K.–Kerimbay B.S.:** Development of the methodological foundations of GIS technology for geographical and territorial analysis when creating adaptive - landscape system of agriculture in Kazakhstan

14.45-15.05 **Ilhom Abdurahmanov:** Analysis of pasture land degradation reasons in Farish district of Jizzakh region of Uzbekistan

15.05-15.25 **György Szabó–Attila József Jankó:** Formal Gramar of Spatial Structures

15.25-15.45 **Lucas Grégory–József Solymosi–Csaba Lénart:** Development of geo-processing models for the automatic generation of a navigation data used for precise industrial disaster remediation

15.45-16.05 **Edina Józsa:** An evaluation of EU-DEM and SRTM1 in comparison with ASTER GDEM, SRTM3 and reference DEMs - geomorphometric approaches

2. szekció: Környezeti alkalmazások a térinformatikában

FŐÉPÜLET földszint II. terem

Moderátor:

Pajna Sándor

13:45-14:05 **Nagy Gyula–Boros Lajos:** A környezeti igazságtalanságok feltárásának térinformatikai módszerei

14.05-14.25 **Kovács Zoltán–Szabó Szilárd:** Talajtulajdonságok becslése a LUCAS talajadatbázis spektrumkönyvtárával

14.25-14.45 **Szatmári József–Barta Károly:** Az autópályák hatása a belvízképződésre Csongrád megyében

14.45-15.05 **Utasi Zoltán–Pap Melinda:** Egy térségi térinformatikai adatbázis-építés tapasztalatai

15.05-15.25 **Varga Orsolya Gyöngyi–Túri Zoltán:** Eltérő táji adottságú mintaterületek vizsgálata objektum alapú képfeldogozással

15.25-15.45 **Pődör Andrea–Révész András–Ócsai Attila–Ladomerszki Zoltán:** Közösségi zajtérképezés vizsgálata

15.45-16.05 **Szabó Loránd–Szabó Szilárd:** Landsat TM, ETM+, OLI és EO-1 ALI űrfelvételek összehasonlító elemzése a Tisza-tó környezetében

3. szekció: Korszerű térinformatikai technológiák és módszerek

FŐÉPÜLET földszint III. terem

Moderátor:

Kákonyi Gábor

13:45-14:05 **Érsek Ákos:** Spectra Precision nagypontosságú GNSS vevőkészülék Android okostelefonok és Tabletek számára

14.05-14.25 **Balla Dániel–Kovács Zoltán–Varga Orsolya Gyöngyi–Zichar Marianna–Novák Tíbor József:** Terepi adatfelvétel és geovizualizáció Androidos platformon

14.25-14.45 **Barkóczi Norbert–Szabó Gergely:** Drone alapú felszínmodellek pontosságvizsgálata egy alföldi mintaterületen

14.45-15.05 **Takács László–Lénárt Csaba:** Légi lézerszkennelési technológia alkalmazása a kunhalom felmérésében

15.05-15.25 **Pallos Péter:** Leica Zeno család

15.25-15.45 **Kákonyi Gábor:** Friss hírek, merre halad az INPHO/UASMaster, az eCognition, és az ENVI szoftvercsalád?

15.45-16.05 **Kovács Zoltán–Szabó Szilárd:** Tulajdonságtípusok becslése a LUCAS talajadatbázis spektrumkönyvtárával

4. szekció: Korszerű térinformatikai technológiák és módszerek
FŐÉPÜLET földszint 5 (MULTIFUNKCIÓS). terem
Moderátor:
Dr. Siki Zoltán

13:45-14:05 **Czinder Anita–Csonka Diána–Kern Zoltán–Kohán Balázs:** A csapadék stabil oxigénizotóp értékének variogram vizsgálata a Kárpát-medencében

14.05-14.25 **Herschman Tamás:** Open Tourist Map - Saját Drupal-disztribúció Leaflet alapon

14.25-14.45 **Vámosi Attila:** Koordináta-transzformáció SVM alkalmazásával

14.45-15.05 **Nagy Gábor:** A terepfelszín, mint függvény elemzésének lehetőségei

15.05-15.25 **Gál Zoltán–Gaál István:** Debreceni szuperszámítógép szolgáltatások a kutatásban

15.25-15.45 **Kiss Levente–Ladányi Richárd:** Új biomassza erőmű - és kiszolgáló ültetvények - helyének meghatározása térinformatikai módszerekkel az Inno Energy KIC keretében

15.25-16.05 **Siki Zoltán:** Automatizált geodéziai adatgyűjtés és feldolgozás nyílt forráskódú alapokon

16:10 – 16:30 Büfé (Díszudvar - Főépület földszint)

16:10 – 17:10 I. Poszterszekció
(Díszudvar – főépület földszint)
Moderátor:
Dr. Szabó Gergely

1. Kerimbay N. N.–Mamutov ZH. U–Kakimzhanov E. H. –Makash K.K. –Kerimbay B.S.: Development of the methodological foundations of GIS technology for geographical and territorial analysis when creating adaptive - landscape system of agriculture in Kazakhstan

2. Pődör Andrea–Márkus Bála–Odil Akbarov: GE-UZ projekt

3. Shukhrat Shokirov: Application of Remote Sensing in Pasture land of Forish district in Uzbekistan

4. Andrea Podor – Shukhrat Shokirov – Ilhom Abdurahmanov – Aizhan Narieva – Gulden Ormanova: Creating a noise pollution map of Sopron city

5. Nagy Gábor: DAT adatcsere-állományok kezelése nyílt forráskódú eszközökkel

6. Siki Zoltán–Ultmann Zita: Geo4All

7. Lázár István–Szegedi Sándor–Tóth Tamás–Zakkar Gabriella–Papp László: A szélenergia potenciál becslés pontosságát befolyásoló szélprofilok vizsgálata távérzékelt adatok alapján

5. szekció: Térinformatikai módszerek a települések és területek minősítésénél

FŐÉPÜLET földszint I. terem

Moderátor:
Dr. Kozma Gábor

17:10-17:30 **Jakobi Ákos:** Raszter-jellegű vizsgálatok vektoros társadalmi adatokon

17.30-17.50 **Keringer Zsolt:** Az új térinformatikai rendszere és alkalmazása Szombathelyen

17.50-18.10 **Pálóczi Gábor–Pénzes János:** A kapcsolatháló-elemzés alkalmazási lehetősége a munkaerőpiaci vonzáskör-zetek lehatárolásában

18.10-18.30 **Burai Sarolta:** Bocskaikert és Debrecen-Pallag összehasonlító településmorfológiai vizsgálata geoinformatikai eszközökkel

18.30-18.50 **Kohán Balázs–Eisam-Eldeen Fatima–Iván Veronika–Horváth Erzsébet–Mészáros János–Sik András–Jakab Gergely–Szalai Zoltán:** Vízmosások fejlődésének vizsgálata UAV eszközzel Kistés és Somogybabod példáján

6. szekció: Térinformatika települési és terepi alkalmazásai

FŐÉPÜLET földszint II. terem

Moderátor:
Dr. Pázmányi Sándor

17:10-17:30 **Kolesár András:** Állami és közösségi téradatok összehasonlítása pontosság, teljesség, leíró adatok és frissesség szempontjából

17.30-17.50 **Mikesy Gábor–Képes Attila:** Az új digitális Földrajzinév-tár felé

17.50-18.10 **Ónodi Zsolt–Szentpáli Árons:** Települési GIS modellezés speciál kollégium

18.10-18.30 **Chrabák Péter–Ladányi Richárd:** Járatoptimalizálás térinformatikai vonatkozásai

18.30-18.50 **Gyenizse Péter–Bognár Zita–Morva Tamás:** Hova érdemes új lakást építeni Szegeden a lakosság véleményén alapuló geoinformatikai modell szerint?

18.50-19.10 **Vízhányó József:** Trimble UX5 - légi adatgyűjtő rendszer

7. szekció: Térinformatika a katasztrófavédelemben és a hidromorfolólógiában

FŐÉPÜLET földszint III. terem

Moderátor:
Prof. Dr. Szabó József (DE)

17:10-17:30 **Kitka Gergely–Huszár Tibor–Tobak Zalán–Szatmári József–van Leeuwen B.–Kovács Ferenc–Győri Anna–Okner Adrienn–Tóth Judit–Juhász Levente:** Tűzcsapkataszter a Csongrád Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság szolgálatában

17.30-17.50 **Kovács Ferenc–Kitka Gergely–Huszár Tibor:** Térinformatika az erdőtűzvédelem szolgálatában

17.50-18.10 **Kiss Kinga–Halmai Ákos–Czigány Szabolcs–Balassa Bettina–Bugya Titusz–Lóczy Dénes–Pirkhoffer Ervin:** Deltatorkolat az alagsorban!? – Kismintás hidromorfológiai vizsgálatok

18.10-18.30 **Plásztán József Zsolt–Jánószky Mihály–Tóth Csaba Albert:** Geoinformatikai és környezetanalitikai módszerekkel történő korbecslés recens fluviális üledékeben

18.30-18.50 **Árvai Mátyás–Kern Zoltán–Kohán Balázs–Marcel Mîndrescu–Nagy Balázs:** A Farcău-tőzegláp medrének modellezése és térinformatikai

8. szekció: Webes térinformatika

FŐÉPÜLET földszint 5. (MULTIFUNKCIÓS) terem

Moderátor:
Dr. Szabó György (DE)

17:10-17:30 **Kis Réka–Gede Mátyás:** A Kazinczy-levelezés vizualizációja Google eszközök segítségével

17.30-17.50 **Látos Tamás–Deák Márton–Sik András:** A marsi Gale-kráter formakincsének és felszíni összetételének vizsgálata we-bes térinformatikai eszközök alkalmazásával

17.50-18.10 **Orosz László–Mattányi Zsolt–Turczi Gábor–Kajner Péter–Simó Benedek–Vikor Zsuzsanna:** A NATéR (Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer) fejlesztés

18.10-18.30 **Simó Benedek–Orosz László–Barczikayné Szeiler Rita:** MFGI GIS – térinformatika földtanra optimalizálva

18.30-18.50 **Kozics Anikó–Monori Dávid–Móricz Dénes–Paár Ferenc–Tolnai Gábor:** Az Országos Kékkör táblarendszerének kialakítása

18.50-19.10 **Braunmüller Péter–Takács Krisztián:** Fentrol.hu - a digitális légifelvétel archívum és érdekességei

19:30 – 21:30 Állófogadás (Főépület II. emelet, kerengő)

2015. május 29.

9. szekció: Modellezés, előrejelzés, statisztika

FŐÉPÜLET földszint I. terem

Moderátor:
Prof. Dr. Kerényi Attila

8.00-8.20 **Pásztor László–Laborczi Annamária–Takács Katalin–Szatmári Gábor–Fodor Nándor–Illés Gábor–Bakacsi Zsófia–Szabó József:** Cél-specifikus, digitális talajtérképek környezeti kritériumokon alapuló területi lehatárolási feladatok támogatására

8.20-8.40 **Czimbalmos Róbert–Hatházi Ágnes–Zsembeli József:** A marsi Gale-kráter formakincsének és felszíni összetételének vizsgálata webes térinformatikai eszközök alkalmazásával

8.40-9.00 **Laborczi Annamária–Takács Katalin–Bakacsi Zsófia–Szabó József–Pásztor László:**A Duna-Tisza köze genetikai talajtípus térképének előállítása adatbányászati eszközökkel

9.00-9.20 **Takács Katalin–Laborczi Annamária–Bakacsi Zsófia–Szabó József–Pásztor László:** Domborzatmodellek és űrfelvételek szerepe a digitális talajtérképezésben – országos termőréteg vastagság térképezés

9.20-9.40 **Ungvári Zsuzsanna:** Valós tengerszint feletti magasságok meghatározása erdőfelületek alatt SRTM és CORINE adatok alapján

10. szekció: Térbeli elemzések
FŐÉPÜLET földszint II. terem
Moderátor:
Prof. Dr. Csorba Péter

8.00-8.20 **Bertalan László –Szabó Gergely:** Mederfejlődési vizsgálatok a Sajó hazai szakaszán

8.20-8.40 **Szalóki Annamária:** Geostatisztikai módszerek alkalmazhatóságának lehetőségei valamint korlátai mezőgazdasági művelés alatt álló területeken

8.40-9.00 **Enyedi Péter–Kiss Alida–Lénárt Csaba–Katona Zsolt:** Felszíni karsztformák térképezése LIDAR adatok felhasználásával az Aggteleki-karszt területén

9.00-9.20 **Eisam Eldeen Fatima –Telbisz Tamás:** Teraszok lehatárolása digitális domborzatmodell alapján a Maros mentén

9.20-9.40 **Szabó Zsuzsanna–Hunyadi Gergő–Tomor Tamás:** Felszínfejlődési szakaszok és formák vizsgálata LiDAR felmérés alapján a Tisza hullámterén

9.40-10.00 **Bekő László–Lukácsy György–Katona Zsolt–Burai Péter:** Tokaji szőlőtermőhelyek felmérése légi távérzékelési technológiával

11. szekció: Korszerű térinformatikai technológiák és módszerek
FŐÉPÜLET földszint 5. (MULTIFUNKCIÓS) terem
Moderátor:
Dr. Szabó György (BME)

8.00-8.20 **Burai Péter–Zlinszky András–Deák Balázs:** Vegetációtérképezés légi szenzorok alkalmazásával

8.20-8.40 **Szabó Renáta:** Egy 18. századi Valk-éggömb virtuális megjelenítése

8.40-9.00 **Olasz Angéla–Kristóf Dániel–Binh Nguyen Thai:** Big geospatial data processing

9.00-9.20 **Neuberger Hajnalka–Juhász Attila:** TLiDAR adatok felhasználása a múlt katonai objektumainak felderítésében

9.20-9.40 **Varga Zoltán:** Új multiszenzoros eszköz 3D modell előállításához

10:00 – 10:20 Büfé (Díszudvar - Főépület földszint)

10:20 – 11:00 II. Poszterszekció
(Díszudvar – Főépület földszint)
Moderátor:
Dr. Szabó Gergely

1. **Fülöp György–Bakó Gábor–Sárközi Edit:** Földmegfigyelési adatok alkalmazása biomassza mennyiségi becslésére
2. **Andrási Bence:** Dél-Nyírségi felszínformák morfometriai elemzése domborzatmodell alapján
3. **Ilhom Abdurahmanov:** Pasture land degradation degree and its reasons in farish district of jizzakh region of Uzbekistan
4. **Aizhan Narieva:** Population Ecology of Gypsy Moth in Kyrgyzstan using by GIS (Central Asia)
5. **Karácsonyi Zoltán–Kelemen Béla–Gajdos György–Magyar Máté:** Térinformatikai háttérrel történő kis vízfolyás fejlesztése, új értékek létrehozása
6. **Piskóti-Kovács Zsuzsa–Molják Sándor:** TEnergiatérképezés az egri modellrégióban

11:00 – 12:00 Szakmai tanácskozás a kiállítókkal
(Díszudvar - Főépület földszint)

12:00 – 13:00 Ebédszünet (Nagyerdei Étterem - Főépület mögött)

13:00 – 14:00 FÓRUM - A Térinformatikai Konferencia záróértékelése
(Főépület földszint III. terem)

14:00 – 15:00 MTA Geoinformatikai albizottság ülése
(Főépület földszint III. terem)

Big geospatial data processing

Angéla Olasz[1] – Dániel Kristóf[1] – Binh Nguyen Thai[2,1]

[1] Institute of Geodesy, Cartography and Remote Sensing (FÖMI), Department of Geoinformation Budapest, Hungary, olasz.angela@fomi.hu, kristof.daniel@fomi.hu
[2] Eötvös Loránd University (ELTE), Department of Cartography and Geoinformatics, Budapest, Hungary, ntb@inf.elte.hu

Abstract: Big Data era has arrived, and the geospatial sector is also largely affected. Data amounts are exploding. New data acquisition techniques are emerging and are providing fast and efficient means for multidimensional spatial data collection. Remote sensing instruments are also continuously evolving in terms of spatial, spectral and temporal resolutions and hence provide exponentially increasing amounts of raw data. These volumes increase significantly faster than computing speeds. All these techniques record lots of data, yet in different data models and representations; therefore, resulting datasets require harmonization and integration prior to deriving meaningful information from them. To summarize, huge datasets are available but raw data is almost of no value if not processed, semantically enriched and quality checked. Up to now, there are only limited automatic procedures for this; thus, a wealth of information is latent in many datasets.

Introduction

The four-year IQmulus project (http://www.iqmulus.eu), funded by the 7th Framework Programme of the European Union, is targeting to enable optimized use of large, heterogeneous geo-spatial data sets ("Big Geospatial Data") for better decision making through a high-volume fusion and analysis information management platform. An end-to-end involvement of users is ensured through the implementation of two concrete "test beds" (Maritime Spatial Planning & Land Applications for Rapid Response and Territorial Management) to show the benefits of the approach. The contribution of large number of users from different geospatial segments, application areas, institutions and countries have already been achieved. The consortium consist of partners representing numerous different facets of the geospatial world to ensure a value-creating process requiring collaboration among academia, authorities, national research institutes and industry.

User requirement collection along with scientific and technical state of the art analysis was carried out in the first phase of the project to identify relevant development directions, in which IQmulus can yield significant improvements. The project is now in its mid-term, and thus starts providing

concrete results in terms of processing services and system architecture. Services consist of algorithms and workflows focusing on the following aspects: spatio-temporal data fusion, feature extraction, classification and correlation, multivariate surface generation, change detection and dynamics. System integration and testing is currently being done. The IQmulus system will be deployed as a federation of these modular services, fulfilling the needs of the above-mentioned scenarios but also suitable for the construction of further solutions thanks to the modular approach.

Methods and material

According to IQmulus specification, services should run on distributed environment. The Apache Hadoop (http://hadoop.apache.org/) open source framework has been selected as a basis for architecture development. This framework offers the execution of large data sets across clusters of computers using simple programming model known as MapReduce. It is supplying the next generation cloud-based thinking and is designed to scale up from single servers to hundreds of workstations offering local computation and storage capacity. Thanks to this solution, users can achieve rapid response to their needs used by their own datasets in cloud processing (A.Olaszb.–Nguyen Thai 2014). However to take advantage of today's state of the art computing, previous data processing methodologies and workflows have to be revisited and redesigned. Actual deployment is based on a distributed architecture, with platform-level services and also basic processing services invoked from clusters and conventional computing environments.

Distributed File System (Hadoop Eco-system) and Distributed Processing (MapReduce)

Data have become a part of everyday's work. Depending on application areas, some of them need high data availability; others need high computational functionality on large data sets. Scalability of any framework is a crucial point of success or failure, however not everyone can afford large hardware investments in a short period of time, not to mention the processing power is not increased proportionally with hardware investment.

Hadoop is an open source framework/eco-system designed for capturing, organizing, storing and sharing, analyzing and processing data in a clustered environment giving the solution for linear scalability of both storage and computational power. The ability of storing and analyzing large amount of data on clustered computers reduces the invested cost remarkably.

Primary approach of Hadoop: "Data should be distributed and minimizing network latency by moving algorithms across clusters in a distributed manner". Hadoop have the following properties:

1. Data sits on one or more machines.
2. All node contains both distributed file system and data processing capability.

Hadoop is completely modular. Its core components are HDFS and MapReduce which is required; others are optional depending on your need (*Fig.1*). Some of the widely used components are HBase, Hive, Pig, and SpatialHadoop.

Hadoop distributed file system have been designed to store text-based data. Incoming data are split into smaller chunks, namely data blocks which are 64MB by default, this limit have been increased to 256MB from version 2.x. (A. Olasz–B. Nguyen Thai 2014)

Originally, HDFS is designed to store text-based data, however a large portion of our geospatial datasets are stored as structured binary files. Hence, data partitioning over HDFS had be solved in the first place. On the other hand, services are implemented in different languages varying from script to object-oriented languages, for example LIDAR processing services are implemented in C++, general processing services are implemented in Matlab, Java, Visual C++ and remote sensing algorithms related to land-based scenarios are implemented in C#. Therefore, the distributed framework has to support a wide range of runtime environments.

On architecture layer, we have to find solutions for data partitioning and supporting a runtime environment for services written in different programming languages.

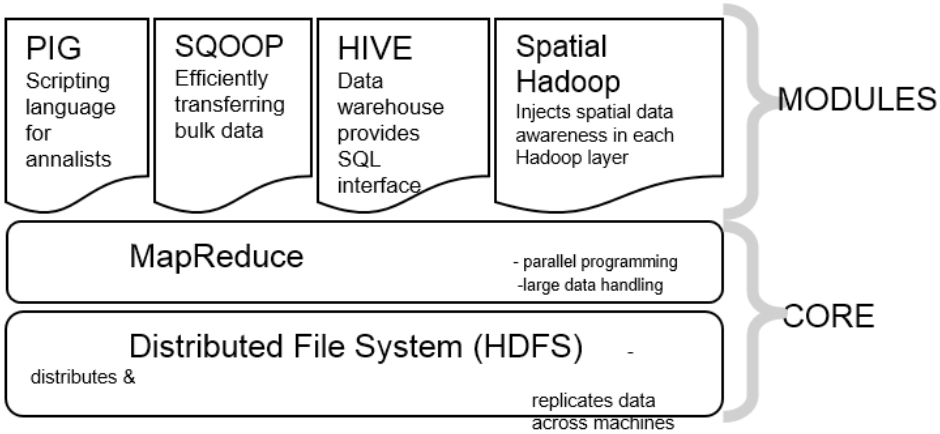


Fig.1. Architecture of Hadoop

Data Partitioning

Data partitioning enhances the performance and tractability, helps reduce the expense of storing large amounts of spatial data. Partitioning allows datasets (vector, raster or point cloud), indexes, and index-organized table to be split into smaller sections, enabling these segments to be maintained and processed in different location, visualized faster. Data partitioning is a delicate process in remote sensing as well. Partitioning methods heavily depend on application areas, therefore we may consider data partitioning as a preprocessing step before applying processing services on data. Currently we have only implemented brute-force partitioning methods, as splitting an image into grids (NxM) or extracting bands into separate files. Within the next year, we will work on more sophisticated splitting algorithms to suffice user stories and showcases gathered in user requirement analysis phase.

Results

Workflow definition by Domain-specific Languages (DSLs)

Concerning workflow definition and execution, the concept is to develop a set of domain-specific languages (DSLs) that make the definition of several types of spatial data processing and analysis tasks simpler. DSL can be very close to natural language, which is descriptive and expressive. A well designed domain specific language can be very expressive, useful and understandable even for non-software developers. However, modelling a natural language or processing natural languages is not an easy task, therefore we have to look for existing programming languages with very high descriptive and expressive power.

Domain-specific languages (DSLs) are languages with the following properties (Krämer–Stein, 2014):

- They are tailored to a specific application domain or even to a single use case;
- The language's vocabulary contains words well known to the domain expert;
- The language's expressiveness is rather limited.

Workflows defined in a DSL can also be compiled to run on parallel processing environments. The compiled algorithms can be packaged as declarative services to run on the respective environment they have been compiled for.

The Workflow Editor

The Workflow Editor is a web-based application using predefined domain specific language to define geo-processing services and applied dataset.

Language designers have been analyzing the user requirements documentation, collecting all the keywords (objects, nouns, verbs and adjectives), data types, service names, actors in order to create a language that meets user requirements in the respective domains (showcases).

Workflow designer is providing two user modes, for GIS-expert users and end-users (decision makers). DSL user interface for GIS-experts provides extended language elements giving more control for experts over data sets and services, whereas for end-users a limited, more compact and lightweight version of DSL have been provided. The end-users' is simplified because they do not need to know specific background parameters of the infrastructure where the developed workflow is executed on, or what processing algorithm is used for the results or even what dataset is available on the system.

For each of the three selected showcase (Land, Marine, Urban) of IQmulus project the vocabulary has been created for the two user modes and built a domain model containing the entities, processing steps and their relations.

Development of specific processing services

IQmulus develops functional and domain processing services in order to: maximize the use of big geospatial data, provide task-specific packing and delivery of data sets, support data quality evaluation, and provide support for analysing quickly changing environmental conditions. Services are developed to fulfil requirements related to data preparation, feature detection, change detection and presentation/visualization of big geospatial data.

The specific services and solutions put in the focus of the current presentation have been developed on the basis of the AEGIS open-source framework, a geospatial toolkit developed in a joint work between the Institute of Geodesy, Cartography and Remote Sensing (FÖMI) and the Eötvös Loránd University (ELTE), Faculty of Informatics.

The AEGIS framework

The AEGIS geospatial framework was initially developed for education and research goals, and is currently used as a learning tool for computer science students at ELTE. It is based on well-known standards and state of the

art programming methodologies. It has been developed by taking adaptability and extensibility in mind. The component based infrastructure enables the separation of working fields, and the interchange ability of data models, methods and algorithms (R. Giachetta, 2014).

AEGIS supports both vector data and remotely sensed images. Based on the OGC Simple Feature Access standard (J. R. Herring, 2011) all spatial data is considered as a form of geometry. Multiple realizations of the abstract geometries are enabled by using the abstract factory pattern and inversions of control containers (R. Lott, 2010) are utilized to handle multiple factories (*Fig.2*).

To enable support for remotely sensed imagery, spectral geometries containing raster datasets are introduced as a subtype of geometry. Rasters can also be transformed to topology graph representation and combined with vector data (M. Fowler, 2004).

The processing module contains the processing algorithms and the execution environment. Algorithms are objects described using a meta descriptor system, which is based on the Identified Object scheme, and is a generalization of the coordinate operation model of the OGC Spatial Referencing by Coordinates standard (S. Winter–A.U. Frank, 2000).

The execution environment deals with monitoring and cataloguing methods and operations based on the meta descriptors. This metadata enables

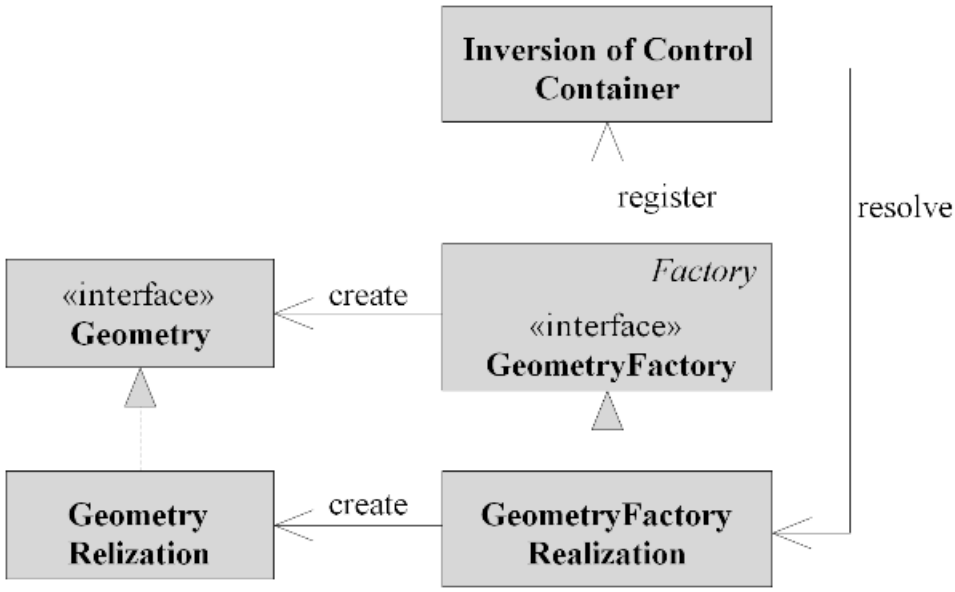


Fig.2. The AEGIS data model (R. Giachetta, 2014).

the environment to validate and optimize execution of the method. The heart of the environment is the operations engine, which is responsible for executing operations.

As both data and processing models are extendible, the addition of support for the Hadoop environment can be implemented as an extension to the framework.

Data management in the cloud

To enable geospatial processing in the cloud, the spatial data is preferred to be stored in the distributed file system. The storage forms are general spatial file formats (such as Shapefile, LAS, or GeoTIFF) to enable the direct consumption by most geospatial toolkits. It must also be taken into account that large files are divided by the file system into smaller blocks before distribution to enable the parts to be processed individually. These blocks should be separately readable by the libraries, requiring all blocks to have a readable format. In contrary, the general partitioning methodology of HDFS does not take the file structure into account when splitting the input file.

A custom partitioning solution is provided, that performs partitioning and allocation of the datasets in HDFS using predefined strategies. Instead of the file blocks originally created by HDFS, these constructed items are individual files that can be interpreted element wise. Strategies can be based on spatial extent, spectral space (in case of imagery) or any other property. Some strategies may have special purpose, e.g. creation of a pyramid image for visualization (D. Kristóf et al. 2014).

Summary

Our presentation will focus on the solutions for Rapid Response and Territorial Management. More specifically, we concentrate on the developments and results related to preprocessing and classification of satellite images for the detection of flooded and waterlogged areas. The original, currently used flood detection method developed by FÖMI consists of several steps including preprocessing (geometric transformations, cloud and cloud shadow filtering, radiometric calibration, calculation of spectral indices), feature detection (rule-based classification to provide thematic maps with several categories of water presence).

IQmulus plays a major role in increasing the degree of automation of this workflow. Detecting flood and waterlogging is a task that requires a series

of satellite images of acquired for different areas, but almost at the same time. Spatial resolution could vary from medium (30 m/pixel) to high resolution (1-5 m/pixel), which of course highly affects the data volume. Typically, medium-resolution satellite images are being operationally used (10-80 m pixels size). In the case of Hungary, one full non-calibrated Landsat coverage is at least 9,6 Gb. Using time-series and high-resolution satellite images, data volume quickly increases. Quick response in such a situation is critical, thus the processing time of the satellite image series in a given time is of major importance. Original data needs calibration; other data has to be derived from the original (in this case spectral indices), and the images could be acquired by different sensors. Calibration and other pre-processing steps (e.g. cloud filtering) also multiply the original data volume. Assuming that all the results are stored, this data-volume could vary from 870 Gb up to 2 Tb/year for the case of Hungary (with the area of 93 000 km^2), depending on the spatial resolution and the density of the time series. The and velocity of extracting information from the data is also highly relevant due to the quick response expected in a flood situation, and also due to the need of simultaneous processing of all input images for different areas.

Based on the above needs, the "flood and waterlogging detection" workflow has been developed in the frame of the IQmulus project. It is a complex workflow covering all the aspects mentioned above. It consists of multiple algorithms (some of which are also available as separate services). Compared to the current solution, it provides a higher level of automation via smarter algorithms; therefore, it improves overall processing time and implies a better use of human resources. The user provides reference data instead of the manual setting of thresholds, and derived reference statistics are used for setting the parameters of classification algorithms.

Call for IQmulus Processing Contest (IQPC)

Since 2013, IQPC is featured by the EU IQmulus project and encourages the participation of the whole scientific community as well as specific user groups. Software performance is evaluated through the creation of benchmarks and evaluation methodologies specific for selected processing tasks (IQmulus tracks). Besides the selection of test datasets with a ground truth, IQPC supports the usage of a common infrastructure where the executables submitted are run and results are collected and evaluated.

This year, IQPC '15 (In Montpellier (La Grande Motte), France will give place during 28. 09 - 01.10. 2015) will be the theme of a Special Session

in the ISPRS GeoBigData Conference and track reports will be reviewed to be included in the conference proceedings. The organizers has an agreement with the ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing (Elsevier, IF2.902) to create a special issue that will call for extended versions of these reports. Furthermore, a Best Track Award will be assigned by ISPRS to the most successful track. The winner will be announced at the conference and a EUR 1000 prize will be sponsored by IQmulus. The applicants welcomed in following 3 tracks. For a description of the task, the collections and evaluation contact the track organizers and check further information on iqmulus.eu project's website.

1. Evaluation of 2D Footprints Automatically Generated From Urban LiDAR Data
   Organizers: Dr. Linh Truong-Hong, University College Dublin, Ireland - Prof. Debra Laefer, University College Dublin, Ireland. (Contacts: linh.truonghong@ucd.ie, debra.laefer@ucd.ie)
2. Water detection and classification on multi-source remote sensing and terrain data
   Organizers: Dániel Kristóf (Institute of Geodesy, Cartography and Remote Sensing "FÖMI" - Budapest, Hungary (Contacts: kristof.daniel@fomi.hu)
3. Individual Tree Extraction
   Organizers: Ben Gorte, Delft University of Technology, Netherlands (Contacts: B.G.H.Gorte@tudelft.nl)

References

A.Olasz–B. Nguyen Thai (2014): Decision support on distributed computing environment (IQmulus), Proceedings of the 3rd Open Source Geospatial Research & Education Symposium, ISBN 978-952-60-5707-1 pp. 107-114.

D. Kristóf–R. Giachetta–A. Olasz–B. Nguyen Thai (2014): Big geospatial data processing and analysis developments in the IQmulus project, Proceedings of the Conference on Big Data from Space (BiDS'14) ISBN: 978-92-79-43252-1, DOI: 10.2788/1823 pp. 214-217.

IQmulus Project Homepage. [Online]. Available: https://www.iqmulus.eu/ Contest

M. Krämer–A.Stein (2014): Automated urban management processes: integrating a graphical editor for modular domain-specific languages into 3D GIS, Proceedings of 19th International Conference on Urban Planning, Regional Development and Information Society. Schwechat, 2014, pp. 99-108

M. Fowler (2004): Inversion of control containers and the dependency injection pattern URL: http://www.martinfowler.com/articles/injection.html

J. R. Herring (ed.) (2011): The OpenGIS Implementation Standard for Geographic Information: Simple Feature Access – Common Architecture, version 1.2.1. Open Geospatial Consortium Inc., OpenGIS Project Document Number 06-103r4, Wayland, MA, USA

R. Lott (ed.) (2010): The OGC® Abstract Specification- Topic 2: Spatial referencing by coordinates, version 4.0.0. Open Geospatial Consortium, OpenGIS Project Document Number 08-015r2, Wayland, MA, USA

R. Giachetta (2014): AEGIS – A state-of-the-art spatio-temporal framework for education and research, OSGeo Journal, OSGeo Foundation, Beaverton, Oregon, USA, 13, pp. 68–77,

S. Winter–A.U. Frank (2000): Topology in Raster and Vector Representation, GeoInformatica, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany, 4 (1), pp. 35–65.

A Farcău-tőzegláp medrének modellezése és térinformatikai elemzése fúrásadatok alapján

Árvai Mátyás[1] – Kern Zoltán[2] – Kohán Balázs[3] –
Marcel Mîndrescu[4] – Nagy Balázs[5]

[1] doktorandusz, Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar, FFI Természetföldrajzi Tanszék, matyas.arvai@gmail.com
[2] tudományos munkatárs, MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földtani és Geokémai Intézet
[3] tanársegéd, Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar, FFI Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék
[4] egyetemi docens, Stefan cel Mare University of Suceava, Department of Geography
[5] egyetemi docens, Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar, FFI Természetföldrajzi Tanszék

Abstract: The Farcău peat bog situated on the Vinderel plateau, under the Farcău massif in the southern part of the Maramures Mountains. A landslide concavity (so-called slope pocket) created a basin, where the water and latter peat deposit were accumulated. Afterwards a gully reached the lake and drained the water. In summer of 2014 we have drilled the peatbog following a 5x5m grid. Geostatistical analysis was conducted on the data employing Surfer 11 and ArcMap 10.2.2 softwares. The variogram analysis of peat and lake sediment data clearly indicated anisotropy. The angle of the anisotropy in the peat's data is 67°, and in the lake sediments it is 65°. Based on the variogram analysis data are suitable for accurate interpolation methods.

Bevezetés és célkitűzések

Kárpáti magashegységi területeken az utolsó glaciális maximum (LGM – Last Glacial Maximum) után a jég visszahúzódásával, a hegységek lankás oldalainak rossz lefolyású részein alakultak ki az első tőzeglápok. A magashegyi környezetben előforduló fellápnak vagy oligotróf lápnak nevezett láptípus főleg szilikátos alapkőzetű területek lefolyástalan völgyeiben alakul ki, melyet jellemzően mészszegény víz táplál. (Borhidi A. 2003). A Máramarosi-havasokban tőzeglápokból elsősorban palinológiai kutatás céljából vett furatminták elemzéseivel megállapítható, hogy a vizsgált legidősebb tőzegláp legalsó rétegei nagyjából 8000 évesre datálhatóak (Farcaș et al. 2013).

A Farcău-tőzegláp, amely egykor kis kiterjedésű tó volt, egy lefolyástalan depresszióban alakult ki. A tó nyugati partvonalát egy hátravágódó vízmosás érte el, amely vízétől fokozatosan megfosztotta, ennek következményeképpen a láp összeroskadt (*1. ábra*). A 1. ábrán megfigyelhető, hogy a torrens két kisebb hátravágódó ága érte el két ponton a lápot. Ezen különleges geomorfológiai szituáció tette alkalmassá arra, hogy a lápban keletkezett üledékek határainak becslésére végzett fúrásalapú interpoláció segítségével vizsgáljuk a tőzegláp

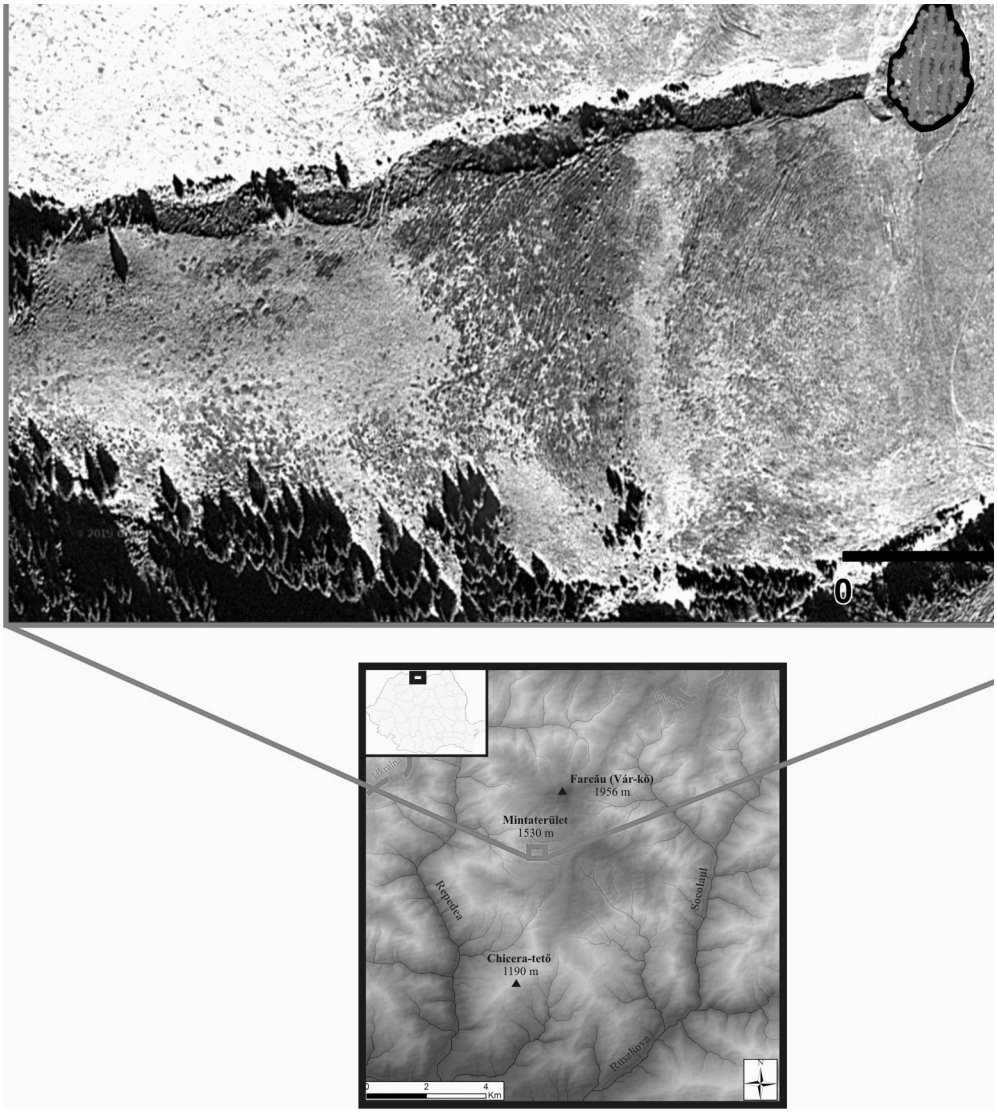
víztartalmának fokozatos elvesztésének hatásait a tavi üledékre valamint a tőzegrétegre. A terepi mintavételezés során a fúrásokat egyenközű rácsháló mentén öt méterenként végeztük el. A fúrásokból nyert adatokat pedig empirikus iránymenti félvariogramok segítségével elemeztük. A láp egyes rétegeinek félvariogram-felületek segítségével feltárt térbeli struktúrája jó támpontot nyújthat a láp fejlődéstörténetének rekonstrukciójához. Célunk az adathalmaz térbeli korrelációs struktúrájának megvizsgálása, hogy az mennyiben alkalmas térbeli interpolációra, valamint módszertani elemzésünkben a magashegyi fellápok kialakulási feltételeinek és a bennük lejátszódó üledékképződési és tőzegesedési folyamatok rekonstrukciós lehetőségeit vizsgáltuk.



1. ábra A hátravágódó vízmosás által elért Farcău-tőzegláp (Fotó: Nagy B. 2011)

Mintaterület

A kutatási terület az Északkeleti-Kárpátok fő tömegét adó – és egyben a legmagasabb csúcsokat is magába foglaló – Máramarosi-havasok déli, romániai részén helyezkedik el. Ezen belül a kevésbé ismert Visói-havasok központi területén a Rugasu gerinc alatt a Vinderel-platón, a fölé emelkedő Farcău főcsúcs (1956 m, É47°55', K24°27') környezetében helyezkedik el az azonos nevű, kb. 0.33 hektáros tőzegláp (1530 m, É47°54', K24°26') (*2. ábra*).



2. ábra A Visói-havasok Farcău masszívuma és a tőzegláp elhelyezkedése valamint a fúrópontok (piros pontok)

Számos esetben a lefolyástalan vagy rossz lefolyású depressziók kialakításában lejtős tömegmozgások játszanak kiemelkedő szerepet. Mintaterületünkön – a Visómenti hegycsoportban – a mesterségesen leszorított erdőhatár felett fekvő gyephavasi zóna területén erősen aprózódott és mállott több méter vastag regolit található. A kárpáti területek közül a Máramarosi-havasok belső oldala különösen csapadékos (1200-1500 mm), mert pontosan a nyugati szelek útjában magasodik (Hajdú-Moharos J. 2010). A nagy mennyiségű csapadék, a felszínt borító fásszárú vegetáció híján, közvetlenül,

intercepció hatása nélkül éri el a felszínt. A víz a kőzetszemcsék felszínén és pórusaiban helyezkedik el, így – málláson átesett – lejtő anyagának állékonysága gyorsan változhat meg. A nagy víztartalmú lejtő pedig lényegesen kedvezőbb feltételt jelent a csuszamlások számára, mint a száraz (Szabó J. 1996).

Vizsgálati módszerek

A terepen végzett fúrásokat Ejkelkamp kézi talajfúróval végeztük egy kijelölt 5 x 5 méteres rácshálóban, ami a láp teljes egészét lefedte (*2. ábra*). A fúrásokat a meder aljzatáig mélyítettük. Négy réteget különítettünk el: talajréteg, tőzeg, tavi üledék és a legalján található szürke színű feltehetően mállási réteg. A terepen gyűjtött adatokat GPS-mérések alapján georeferáltuk, majd geoadatbázisba rendeztük. A geostatisztikai elemzéseket Surfer 11-es és ArcMap 10.2.2-es szoftverkörnyezetben végeztük el. Surfer 11-ben a *Variogram* és a *Grid* funkciót használtuk, míg az ArcMap-ben a *Georeference* és a *Geostatistics Wizard* eszközt. A térbeli változékonyságot leíró függvények közül az iránymenti empirikus félvariogramot használtuk. A félvariogram-függvény attribútumai közül a hatástávolságot vettük figyelembe, ami azt a távolságot adja meg, amelyen belül a vizsgált paraméterre az összefüggési struktúra sajátos jellemvonásai még érzékelhetőek (Kohán B. 2014, Kovács et al. 2005). A hatástávolságon kívül eső minták korrelálatlanok (Chilés J. P.–Delfine P. 2012). A térbeli adatok irányfüggő változása esetén az interpolációs eljárás (*krigelés*) folyamán irányonként más-más távolságon belül lévő pontok értékét veszi figyelembe, és súlyozza azokat a kapott empirikus félvariogrammokra illesztett elméleti félvariogrammok alapján. A félvariogramok szeparációs távolság tengelyénél maximum távolságnak 30 métert adtunk meg.

A hátravágódó torrens a láp elérésével megkezdte az amúgy is rövid életre ítélt tó felemésztését. Nagy valószínűség szerint már tőzegesedő, halódó állóvizet ért el, de a víz fokozatos elvezetésével felgyorsította ezt a folyamatot. A háromdimenziós medermodellel vizsgálhatóvá váltak az egyes rétegek átrendeződését eredményező vízlecsapolási folyamatok. A medermodell rétegeinek pontosabb becsléséhez volt szükséges az irány menti félvariogramok számítása.

Eredmények és következtetések

A felmért négy réteg közül empirikus iránymenti félvariogramokat két réteg adatai alapján készítettünk: a tavi üledék és a tőzeg (*3. és 4. ábra*). Ezen

két réteg vizsgálata a legfontosabb, amelyek alapján megfoghatóvá vált az egykori tó feltöltődése és az azt követő láp élete. Mindkét réteg esetében a négy főirányban, 45 fokonkénti forgatással, készítettük el a félvariogramokat.

A tavi üledék esetében (*3. ábra*) a legnagyobb hatástávolság ÉK-DNY irányban mutatkozik és mintegy 18 méter. A tőzeg esetében (*4. ábra*) az anizotrópiát jelölő legnagyobb hatástávolság szintén az ÉK-DNY irányában tapasztalható, nagysága meghaladja a 20 métert.

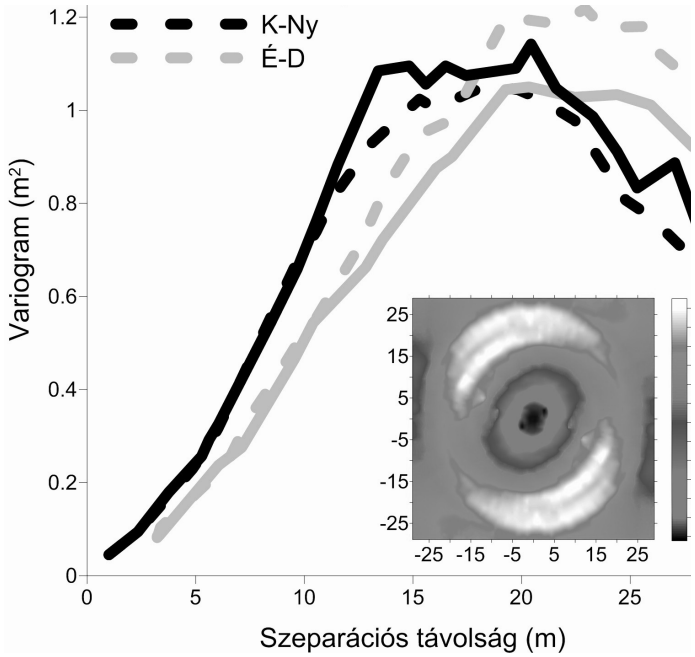
Tehát, mivel

- a tér négy irányába készített félvariogramok mindegyikében a hatás távolság nagyobb volt, mint öt méter és
- mindegyik iránymenti félvariogram értékelhető és nem röghatás típusú volt (a variogramoknak van felszálló ága és utána a variancia körül rendeződnek pontjai; részletekért lásd pl. Hatvani et al. 2014);

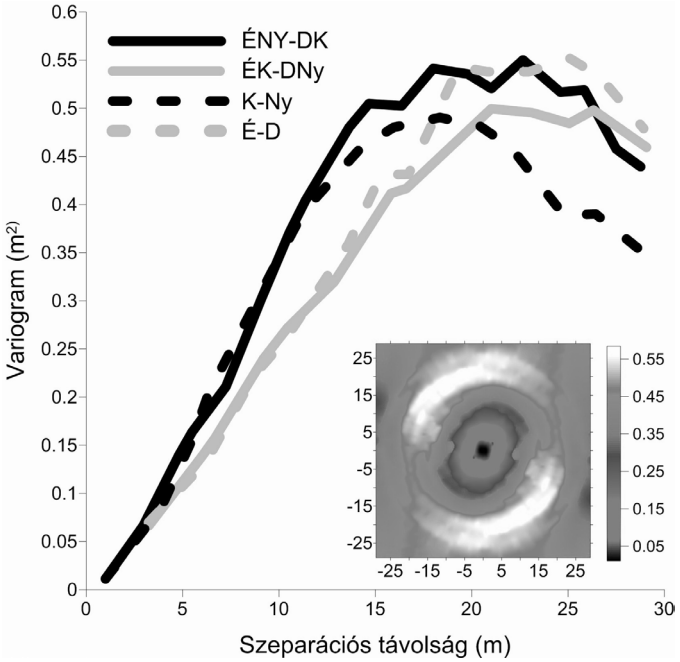
az adatok iránymenti félvariogramjainak kiértékelése alapján kijelenthető, hogy az 5 méterenkénti terepi mintavétel elegendő a rétegek pontos térbeli interpolációjához. További fontos jellemző, amely a *3. és 4. ábrán* látható félvariogramokról anizotrópia olvasható le, ami azt jelenti, hogy irányonként változik a hatástávolság nagysága. A hatástávolság eltérő értéke a tér más-más irányába jelöli magát az anizotrópiát, az irányának szöge pedig azt, melyik égtáj irányába van az adatokban a változékonysági különbség. Mindkét réteg esetében egyértelműen tettenérhető ez az anizotrópia, továbbá a megnyúltság irányában pár fokos eltérés tapasztalható. A tavi üledék esetében 65° míg a tőzeg esetében 70°. Természetesen maga a mintavételezés is valamelyest determinálta az anizotrópiát a lápban, azonban a mintavételezés térbeli eloszlása szükségszerűen az egykori tómeder elliptikus alakját követi. Az anizotrópia síkjának az iránya magának a mélyedést kialakító egykori csuszamlás síkjának a felszíni metszésvonalát jelöli ki, amely közel merőleges a jelenlegi lejtő dőlésirányára. Az *5. ábrán* látható a tőzeglápon felvett két profil mentén készült keresztmetszeti ábra a négy interpolált rétegről.

Az „A" profilt az előzőkben közölt anizotrópia szögével megegyező irányban jelöltük ki a láp megnyúltságának tengelyében, a „B" profilt pedig az „A" profilra merőlegesen, a nagy változékonyságot mutató irányba került kijelölésre.

A „B" profil mentén egyértelműen látható, hogy a láp lejtőhöz közeli partján a tőzeg vastagsága lényegesen nagyobb, mint a láp többi part közeli részén. A tőzeg az egykori partvonalnál valószínűleg egyenletesen vékonyodik azonban recens állapotában az tapasztalható, hogy a partra az aktív lejtőről szállítódó hordalék rátelepült.



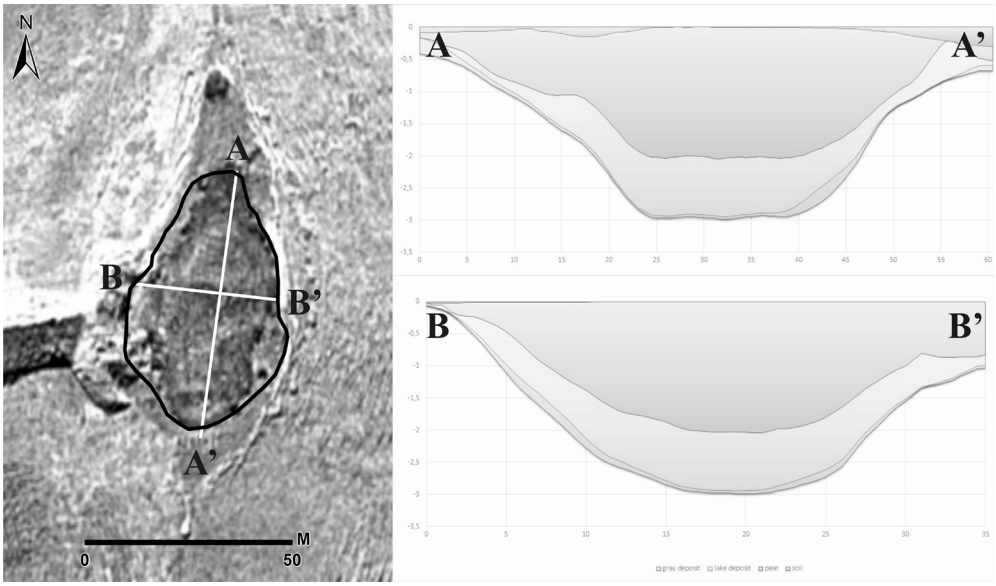
3. ábra A tavi üledék réteg adataiból készített irány menti empirikus félvariogramok egységes koordinátarendszerben és a félvariogram felület



4. ábra A tőzeg réteg adatiból készített irány menti empirikus félvariogramok egységes koordinátarendszerben és a félvariogram felület

Az „A” profil déli elvégződésénél szintén a lehordódott anyag miatt vastagabb talajréteg alakult ki, így tőzeg csak minimális mértékben tudott kialakulni és a tavi üledék felett egyből talajtakaró található. A láp középső területén a legnagyobb a tőzeg réteg vastagsága, több mint két méter. A réteg fenekének egyenetlenségét feltehetőleg a hátravágódó vízmosás vízének eróziós tevékenysége alakította ki. A finomabb szemcseösszetételű tavi üledéket a víz energiája bizonyos helyekről kimosta, így a tőzeg vastagabb rétegben képződött ezeken a részeken.

Összefoglalásként elmondható, hogy fúrásadatok alapján készített iránymenti félvariogramok segítségével igazolást nyert a mintavételezési gyakoriság helyes megválasztása, valamint a determinisztikus becslési eljárásoknál pontosabb térbeli interpoláció készült az egyes rétegekre. Az irányonkénti autokorrelációt, struktúrát, valamint a hatástávolságok változásával meghatározott anizotrópiát figyelembe véve interpolált rácspontadatok alapján pontosabb képet kaphatunk a tavat kialakító hatásokról és a tőzegképződés egyediségéről is. Ezenkívül az antropogén erdőirtások okozta erózió megerősödésével kialakult vízmosások a tavi üledékekre gyakorolt eróziós hatásai is vizsgálhatóvá váltak.



5. ábra A tőzeglápon felvett két profil mentén a négy interpolált réteg

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az az MTA „Lendület” program (LP 2012 27/2012) támogatta.

Felhasznált irodalom

Borhidi A. (2003): Magyarország növénytársulásai, Akadémia kiadó, Budapest, pp. 133-134

Chilès, J.P.–Delfiner, P. (2012): Geostatistics, Wiley, Canada, 689 p.

Farcas, S.–Tantau, I.–Minderescu, M.–Hurdu, B. (2013): Holocene vegetation history in the Maramures Mountains (Northern Romanian Carpathians), Quarternary International, 293: 92-104, DOI:10.1016/j.quaint.2012.03.057

Hajdú–Moharos J. (2010): Az Északkeleti-Kárpátok – In: Karátson D. (szerk.): Pannon Enciklopédia, Urbis kiadó, Budapest, pp. 405-408

Hatvani, I. G.–Magyar, N.–Zessner, M.–Kovács, J.–Blaschke, A. P. (2014): The Water Framework Directive: Can more information be extracted from groundwater data? A case study of Seewinkel, Burgenland, eastern Austria Hydrogeology Journal 22:(4) pp. 779-794.

Kohán B. (2014): GIS-alapú vizsgálat a Duna-Tisza közi homokhátság szárazodásának témakörében, Doktori értekezés, 138 p.

Kovács J.–Reskóné Nagy M.–Kovácsné Székely I. (2005): Mintavételezés gyakoriságának vizsgálata tér–statisztikai függvénnyel a Velencei–tó példáján – In: Hidrológiai Közlöny 85:(6) pp. 68-71.

Kovács, J.–Korponai, J.–Kovácsné Székely, I.–Hatvani, I. G. (2012): Introducing sampling frequency estimation using variograms in water research with the example of nutrient loads in the Kis-Balaton Water Protection System (W Hungary) – In: Ecological Engineering 42: pp. 237-243.

Szabó J. (1996): Csuszamlásos folyamatok szerepe a magyarországi tájak geomorfológiai fejlődésében, Kossuth Egyetemi kiadó, Debrecen, 223 p.

Terepi adatfelvétel és geovizualizáció Androidos platformon

Balla Dániel[1] – Kovács Zoltán[2] – Varga Orsolya Gyöngyi[3] –
Zichar Marianna[4] – Novák Tibor József[5]

[1] PhD hallgató, Debreceni Egyetem Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, balla.daniel@science.unideb.hu;
[2] PhD hallgató, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, kovacs.zoltan@science.unideb.hu
[3] PhD hallgató, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, varga.orsolya.gyongyi@science.unideb.hu;
[4] egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem Informatikai Kar Komputergrafika és Képfeldolgozás Tanszék, zichar.marianna@inf.unideb.hu
[5] egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, novak.tibor@science.unideb.hu;

Abstract: Geoinformatics has already been able to use suitable mobile applications due to the hardware and software development of mobile devices. In this paper we intend to present a mobile application for Android platform which is capable of recording and storing soil data gained from soil profiles and their geovisualization.

Bevezetés

A terepi informatikai eszközök komplexitásának köszönhetően az elmúlt években egyre megbízhatóbb eszközökkel történhet az adatfelvétel és rögzítés. Ezen kívül a mobileszközök hardveres és szoftveres fejlődése mellett a mobileszközökre szánt operációs rendszerek is rohamos mértékben változtak, megjelentek az okostelefonok, nyitottabbá váltak a platformok, és a mobiltelefonokra történő szoftverfejlesztések. A mobileszközök programozásának népszerűsége miatt a mobilalapú megoldások és alkalmazások száma drasztikusan emelkedni kezdett, ez által megnyílt az út a terepi célú hasznosításra. Napjaink egyik legnépszerűbb mobil-operációsrendszere a Google gondozásában levő Android platform, amely számos technológiai újdonságot vonultat fel, és meghatározó szerepe van a mobilüzletágban (Ekler et al. 2012). A vezeték nélküli hálózati megoldások terjedésével pedig már nem csak az adatok utófeldolgozása lehetséges, de valós idejű adatelemzés is megoldható távoli kiszolgálók használatával.

Jelen tanulmány célja egy olyan mobilalkalmazás fejlesztése, amelyet talajszelvény feltárásoknál és leírásoknál használhatnak a szakemberek, megkönnyítve a terepi adatok rögzítését. A terepen gyűjtött információkat kml állományok segítségével helyjelölők formájában geovizualizálhatjuk,

elősegítve az adatok minél szélesebb körben történő megosztását.

Android platform

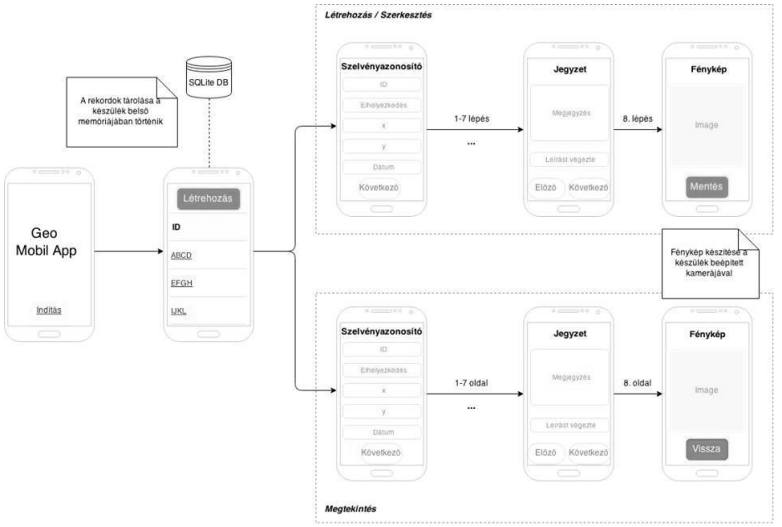
Napjaink egyik legismertebb mobil-operációsrendszere a Google által 2008 óta fejlesztett Android platform. A platform sikerét annak köszönheti, hogy könnyen elérhetővé teszi a Google által is biztosított internet alapú szolgáltatásokat egy gyors, látványos és felhasználóbarát mobil-operációsrendszerrel párosítva. Ezen kívül az Androidot futtató készülékek fejlett hardverképességeikkel (gyors processzor, nagyméretű memória), valamint a vezeték nélküli kapcsolatok támogatásával komplex felhasználhatóságra törekednek. Használatuk lényegében olyan területekre fókuszál, ahol relatíve limitáltak az erőforrások, és az adatbevitel nem feltétlenül hagyományos output perifériával történik.

Az Android egy ingyenes és nyílt forráskódú operációs rendszer. Az Androidon egyrészt magát a mobil-operációsrendszert értjük, másrészt pedig a rendszert futtató eszközök (telefonok, táblagépek stb.) összességét. A rendszer egy manalitikus Linux-kernel köré épül, ahol az alkalmazásfejlesztés elsődleges nyelve a Java. A fejlesztőknek ingyenes fejlesztést biztosít, és az elkészített alkalmazások értékesítésére a központi Android Market alkalmazásbolton kívül (amelyet ma már Google Play Áruházként ismerhetünk) is van lehetőség. A Google szolgáltatásainak (pl.: GMail, a GTalk, a Picasa és a Latitude, stb.) köszönhetően pedig teljes értékű alkalmazásként elérhetők az Android-alapú készülékeken (Ekler et al. 2012).

Anyag és módszer

A mobilalkalmazás megvalósításnál öt különböző technológiát alkalmaztunk. A térkép és a földrajzi adatok megjelenítése Google Maps API V3 és KML eszközök felhasználásával történt. Új szelvények adatainak felvételére és rögzítésére egy Apache Cordova nevű HTML 5 alapú mobil alkalmazás fejlesztő keretrendszert használtuk, amelynek segítségével a HTML és Javascript kóddal megírt webalkalmazást lehetőségünk van lefordítani Android platformra. A felvett adatok a mobileszköz háttértárolóján egy SQLite adatbázisban tárolódnak (*1. ábra*), lehetőséget nyújtva az adatok listázására és szerkesztésére/frissítésére. Ezen felül az adatbázisból az adatok exportálhatók CSV és KML formátumokba, ezzel sikerült biztosítani a további szelvényfeltárások geovizualizációjának lehetőségét is. A felhasználói grafikus felület kialakításához elsősorban a Twitter fejlesztői által készített

BootStrap front-end framework-öt használtuk fel. A Bootstrap elsősorban HTML5 és a CSS3 technológiákra épül. Teljes körű használatához szükséges a jQuery. A jQuery népszerű JavaScript keretrendszer, mely a HTML kód, és a kliensoldali JavaScript közötti kapcsolatot hangsúlyozza. A jQuery amennyire csak lehetséges, leválasztja a JavaScript kódot a HTML-ből, és különböző eseményvezérlőkön és azonosítókon keresztül kommunikál a weblap HTML elemeivel.



1. ábra A Geo Mobil App sémája

Geovizualizáció KML felhasználásával

A geovizualizáció olyan specifikus megjelenési mód, ahol az ábrázolandó objektumról elraktározott, a földrajzi helyzetre utaló geometriai adat képezi a megjelenítés alapját. A geovizualizáció fogalma szervesen kapcsolódik a térinformatikához. Az egyik legnépszerűbb geovizualizációs eszköz a Google Föld és Google Térképek által használt KML állományok (Zichar M. 2012).

A KML (Keyhole Markup Language) egy földrajzi jellemzők (pl. pontok, vonalak, sokszögek és képek), megjelenítési modellek tárolására és modellezésére szolgáló XML fájlformátum (Wernecke, J. 2009). A legtöbb térinformatikai szoftver képes kezelni vagy előállítani KML állományokat (pl.: ESRI ArcGIS Explorer, Global Mapper, AutoCAD, stb.). A lehetőségek száma nem tekinthető konstansnak, hiszen folyamatosan újabb alkalmazások (online vagy offline) képesek a KML állományok információtartalmának valamilyen szintű értelmezésére és kezelésére. A KML lehetőséget biztosít helyek és információk megosztására ezeknek az alkalmazásoknak a többi

felhasználójával (Balla et al. 2014). Tanulmányunkban a terepi adatfelvételből nyert kvantitatív és kvalitatív adatokat geovizualizáltuk egy létrehozott KML sablon felhasználásával (*2. ábra*).

```
<Placemark>
  <name>Szelvény azonosító</name>
  <description>
   <![CDATA[
      <table>
        <tbody>
          <tr>
            <td><b>Szelvény azonosító: 1</b></td>
          <tr>
            <td><b>Szelvényezés helye: </b>Nagyrábé</td>
          </tr>
          .
          .
          .
        </tbody>
      </table>
    ]]>
  </description>
  <Point>
    <coordinates> 21.3142456961,47.223815,0</coordinates>
  </Point>
</Placemark>
```

2. ábra A kialakított KML sablon részlete

Eredmények

A célkitűzéseknek megfelelően kifejlesztettünk egy mobilalkalmazást, amely segítségével a talajszelvény leíráskor a legfontosabb talajadatokat digitális formában rögzíteni tudjuk, ezzel is elősegítve az utólagos elemzéseket. Ezen felül a dokumentáció gyorsabb és biztonságosabb módon történhet. A talajparaméterek kiválasztásánál arra törekedtünk, hogy azok lefedjék a vizsgált terület talajképző tényezőit (Novák T. 2013; FAO. 2006), valamint a meghatározott genetikai/diagnosztikai szinteket is tárolni tudjuk. Ennek érdekében a következő paramétereket és az ezekhez tartozó paraméterelemeket használtuk fel:

- Éghajlati és időjárási viszonyok
- Talajklíma
- Vízháztartás
- A vízgazdálkodási típusa
- A talajvíz szintje
- Geológiai adottságok
- Felszínformák, domborzat
- Makroformák, mikroformák
- Lejtőmeredekség, kitettség
- A lejtő alakja
- Abszolút és relatív magasság
- Tájhasználat, vegetáció
- Természetes vegetáció
- Tájhasználat
- Termesztett növények
- Antropogén hatások
- Genetikai szinte
- Mélység

Az applikáció inicializálása után a felhasználó eldöntheti, hogy korábbi talajszelvényeket szeretne megtekinteni vagy új mintavételi szelvényt szeretne definiálni. Az első esetben az induláskor az eszközön futó adatbázis-kezelő kilistázza az eddig tárolt szelvényeket. Itt lehetőség van azok szerkesztésére is (módosítás, törlés). Új mintavétel esetében a szelvényhez tartozó talajadatokat egy több képernyőből álló (több lépéses) folyamaton keresztül definiálhatjuk. A folyamat legvégén egy talajprofil fénykép készítésére is lehetőség van, amely az eszköz kamerájának felhasználásával történik. Minden definiáló folyamat végén nemcsak a szelvény pozíciója kerül automatikusan meghatározásra, de a legfontosabbnak tartott információk egy kml állományban is mentésre kerülnek, amelyek később megtekinthetőek.

Jövőbeli terveink között szerepel ennek a programnak a továbbfejlesztése elsősorban a FAO paraméterlistájának angol nyelvű kulcsának felhasználásával. Mivel a tárolt adatok csv állományokban is tárolásra kerülnek, szeretnénk megteremteni annak lehetőségét, hogy egy komplex leírás alkalmával az elmentett adatokat feltölthessük a Debreceni Egyetem Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék Talajinformációs és Talajosztályozó online rendszerébe, ezzel is elősegítve a hatékonyabb adatelérést és vizualizálást.

Felhasznált irodalom

Balla D.–Zichar M.–Novák T.–Makai K. (2014): Talajszelvények bemutatása Google API-k felhasználásával. In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában V.: Térinformatikai konferencia és szakkiállítás - (Balázs Boglárka (szerk.) - , Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 27-34.

Ekler P.–Fehér M.–Forstner B–Kelényi I. (2012): Android-alapú szoftverfejlesztés, Budapest, SZAK Kiadó, 384 pp.

Food & Agriculture Org. of the United Nations (2006): Guidelines for soil description, Fourth edition, Rome, FAO, 97 pp.

Novák T. (2013): Talajtani praktikum (Talajok terepi vizsgálata, leírása és osztályozása), Meridián Alapítvány, Debrecen, 188. pp.

Zichar, M. (2012): Geovisualization based upon KML, Journal of Agricultural Informatics Vol. 3, No. 1, pp. 19-26.

Wernecke, J. (2009): The KML Handbook, Addison-Wesley

Drón-alapú felszínmodellek pontosságvizsgálata egy alföldi mintaterületen

Barkóczi Norbert Gábor[1] – Szabó Gergely[2]

[1] PhD-hallgató, Debreceni Egyetem, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, norbert.barkoczi@gmail.com
[2] egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szabo.gergely@science.unideb.hu

Abstract: The potential of Unmanned Aircraft Systems (UAS) has been increased in the past few years. These systems can be used in various fields (military, mapping, agriculture, different scientific research) due to their flexibility and reliability. One of the main questions is that how accurate these systems are, what the accuracy that can be achieve is. We gathered the overlapping images, created point clouds, and then we generated the surface models (DSM). Besides, we measured 200 points, and generated from them a reference surface to compare it with the DSM's. The results showed us, that we can obtain an average 20 cm accuracy, and there is no close connection between the number of the used images and the accuracy of the DSM.

Bevezetés

A földrajzi folyamatok, jelenségek vizsgálatának egyik fontos alapját képezik a terepi fejlődő műszerek, másrészt újonnan megjelenő technológiák szolgálnak alapként. Ezen adatbázisok pontossága azonban nagymértékben változó, mérésekből származó adatbázisok. Az ilyen típusú adatbázisok létrehozásához egyrészt a folyamatosan függ például az alkalmazott technikától, annak alkalmazási módjától, az utófeldolgozás miként jétől, vagy például a felmért terület jellegétől. Az ilyen típusú felmérésekhez nagy segítséget jelentenek az ún. pilóta nélküli járművek más néven UAV-k, vagy UAS-ek. Az ilyen eszközökkel elvégzett, viszonylag alacsony magasságú terepi felvételezések segítségével nagy pontosságú térbeli adatbázisokra azaz, digitális felszínmodellekre lehet szert tenni (Ahmad, A. 2011; Rock, G. 2011, Telbisz, T. 2013). Ezen vizsgálatok egészen kis léptéktől kiindulva (Pirkhoffer, E. 2014) akár települési szintig is alkalmazhatóak (Dobos, E. 2001). Alapvetően két nagy mérési metódus terjedt el: vagy LiDAR eszközzel pásztázzák a felszínt (Burai, P. 2015; Milics, G. 2011), vagy fotogrammetriai úton, légifelvételekből generálnak 3D pontfelhőt.

A területi változások nyomon követéséhez különböző léptékű adatbázisokat használhatunk fel, néhány 10 hektáros területnél például akár cm-es nagyságrendű térbeli felbontást is elérhetünk. Ez bizonyos esetekben szükséges is, hiszen a kis léptékű tájváltozások detektálása, mikrodomborzati

viszonyok nyomon követése, vagy az eróziós folyamatok vizsgálata megköveteli ezt a felbontást (D'OLEIRE-OLTMANNS S. 2012; PETER, K. D. 2013). A hagyományos űrfelvételekkel és légifelvételekkel szembeni előnyeik közt megemlíthető az alacsonyabb költség, az útvonaltervezés rugalmassága, a könnyebb megismételhetőség, vagy például a relatíve nagy térbeli felbontás (LALIBERTE A. 2011).

Anyag és módszer

A kiválasztott terület Debrecentől északra elhelyezkedő Hajdúböszörmény déli határában található Tócó-patak forrásánál fekvő két deráziós völgy találkozása. A terület – alföldi viszonylatban – jelentős relief különbségeket mutat, ahogyan a Tócó-patak völgyei találkoznak. A jelenleg szántóföldi művelés alatt álló kb. 11 hektár kiterjedésű területen arra kerestük a választ, hogy a kvadrokopteres lerepüléssel gyűjtött, kis formátumú légifelvételek segítségével milyen pontosságot érhetünk el a fotogrammetriai-alapú felszínmodellezésben.

A felmérést DJI Phantom 2-es típusú kvadrokopter segítségével végeztük el, a képeket pedig GoPro Hero3+ optikai szenzor rögzítette. Az átlagos repülési magasság 180 méter volt (±9 méter). Az elkészült fényképek egységesen 12 Mp-esek. A legsűrűbb felvételezés során 1 másodperces időközönként készültek a felvételek, ami eredményeként átlagosan több mint 90%-os átfedésű felvételek keletkeztek. Ezen átfedő képek felhasználásával készítettük el a terület pontfelhőjét, majd ebből a digitális felszínmodellt (DSM). A terepi munka során elhelyeztünk 9 referencia pontot (GCP), amik helyzetét nagy pontosságú (±2 cm) RTK-GPS módszer segítségével rögzítettük. Ezen pontok felhasználásával tudjuk később a modell vetületi rendszerét meghatározni. Végrehajtottunk egy ismételt repülést is, eltérő GCP-k felhasználásával, aminek célja a modellek megismételhetőségének vizsgálata volt.

Az elkészült felvételek kiértékeléséhez az Agisoft PhotoScan szoftvert használtuk. Első lépésben az átfedő képeken a szoftver megkeresi a kötőpontokat, melyekkel összekapcsolja az átfedő felvételeket, és rögzíti relatív tájékozással a felvételeket azok készítési pozícióiban (légiháromszögelés). A következő lépésben elkészíti a 3D pontfelhőt, a számított kardánszögek alapján. A felszínt térbeli, szabálytalan háromszögháló (3D TIN) alapján generálja a szoftver.

Vizsgálataink során négy felszínt hoztunk létre, melyek a kiindulási alapot képező légifelvételek számában különböztek egymástól: a modellek

légifelvételei 1, 2, 5 és 10 mp időközökkel készültek, így 628, 312, 142, 70 db felvétel állt rendelkezésre.

A felsorolt felvételezéseket újra elvégeztük, hogy megvizsgálhassuk az egyes modellek megismételhetőségének a kérdését is, így mindösszesen nyolc felszínt vizsgáltunk.

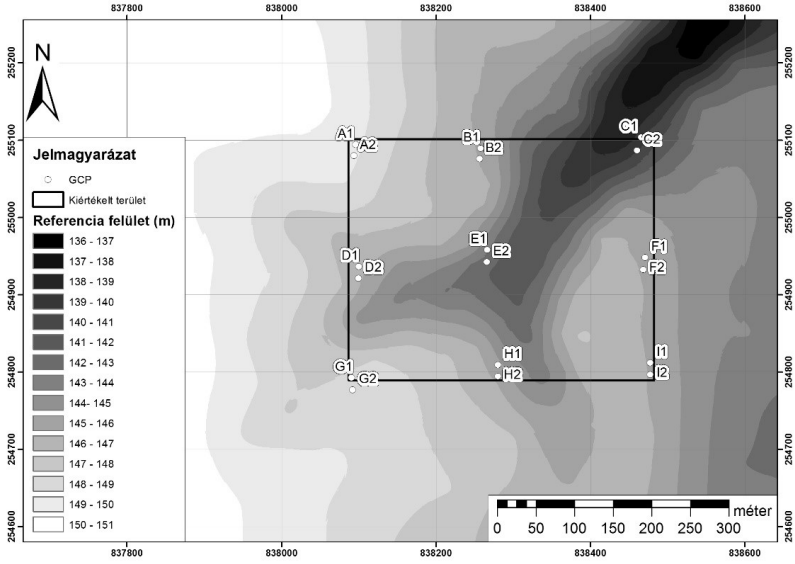
A mintaterületen található mezőgazdasági épületeket maszkolással eltávolítottunk, hogy azok kiugró értékei ne befolyásolják az eredményt.

A területen 200 pontnak mértük meg nagy pontossággal (±2 cm) a koordinátáit. Ezek felhasználásával referencia felszínt generáltunk ArcGIS szoftverben úgy, hogy az interpolációs eljárással (krigelés) kialakított felszínt használtuk a légifelvételekből származtatott modellek vizsgálatához.

A referencia felszínből Global Mapper szoftver felhasználásával kivontuk az egyes modelleket, és elemeztük az így kapott különbségfelszíneket, illetve elkészítettük e felszínek hisztogram görbéit.

Eredmények

Az *1. ábrán* látható az elkészült referencia felszín. Az ÉK-i, mélyebben fekvő területek felől kiindulva haladunk a magasabban fekvő térszínek felé. A térképen láthatjuk a két repülés során használt 9-9 referencia pont helyét is (A1-I1; A2-I2). A jelmagyarázat alapján elmondható, hogy a területen több mint 10 méteres szintkülönbség figyelhető meg, alig 300 méteres távolságban.

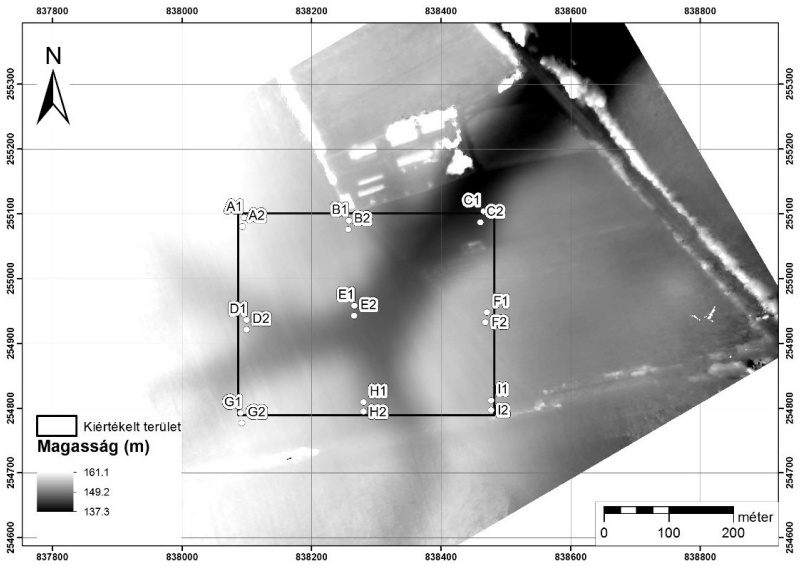


1. ábra Referencia felszín (200 pont alapján interpolálva) és a GCP-k helye (EOV)

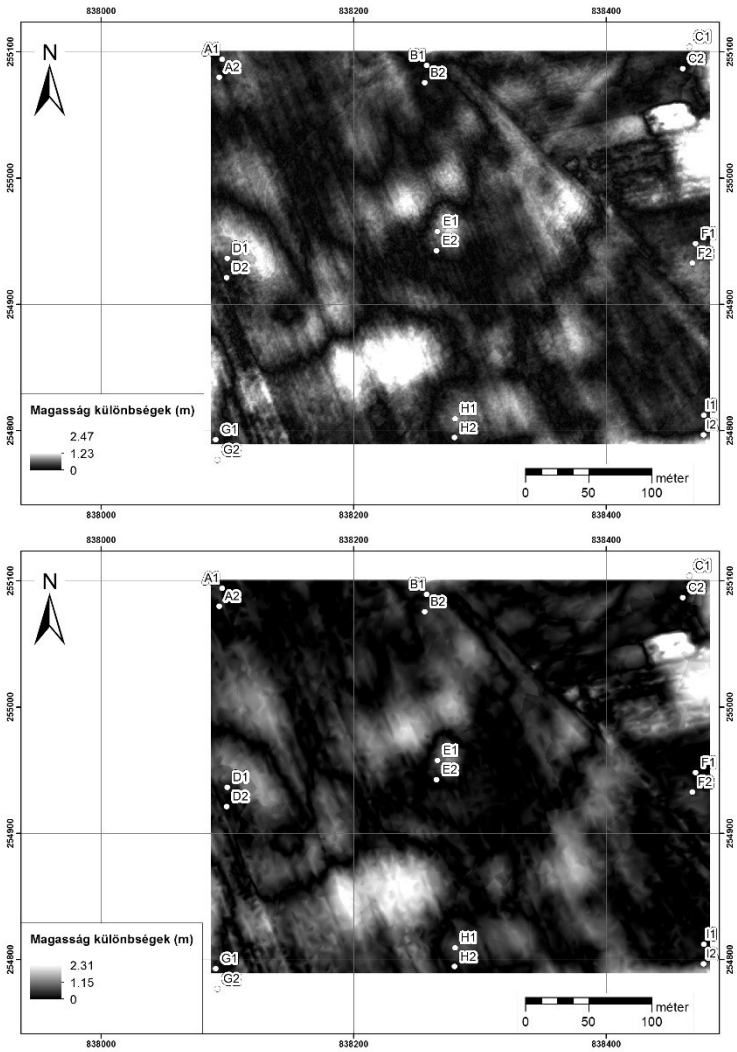
1. táblázat A különbségfelszínek jellemző értékei

Különbség-felszínek		Átlagos abszolút különbség (m)	Maximum (m)	Szórás (m)
Első lerepülés	összes kép	0,27	3,12	0,19
	minden 2. kép	0,21	2,22	0,18
	minden 5. kép	0,18	2,47	0,17
	minden 10. kép	0,21	2,86	0,18
Második lerepülés	összes kép	0,24	2.29	0,19
	minden 2. kép	0,27	2,14	0,2
	minden 5. kép	0,18	2,31	0,18
	minden 10. kép	0,2	2,75	0,19

Az elkészült modelleket bemutató táblázatban (*1. táblázat)* láthatjuk az adott lerepülésből és felhasznált képekből származó eredményeket. A táblázatban szereplő értékek meghatározásnál csak a GCP-k által lehatárolt középső területet vettük figyelembe (*1. ábra*). A táblázatban feltüntetett értékek közt szerepelnek a referencia felszín és az egyes felszínmodellek abszolút különbségeinek átlagai, azok maximumai és az adatok szórása. Ez alapján elmondható, hogy a referencia modell és az egyes felszínmodellek közti átlagos abszolút különbség egyik esetben sem több 27 cm-nél. A legjobb eredményt mindkét repülés esetén az 5 mp-es felvételezésnél értük el, ahol



2. ábra Az első repülésből származó, 5 mp-es képsűrűségű felvételezés felszínmodellje



3. ábra Különbségfelszínek (Felső kép: 1. repülés, 5 mp-es felvételezés; Alsó kép: 2. repülés, 5 mp-es felvételezés) (EOV)

18 cm-es átlagos abszolút különbséget kaptunk. Meg kell jegyeznünk, hogy a legjobb és a legrosszabb érték között csupán 9 cm az átlaghiba nagysága.

A maximum eltérések már szélesebb intervallumban szóródnak: 3 métert meghaladó hibát egy esetben láthatunk (első repülés, összes kép), viszont 2 méter alá nem csökkenek a maximum különbségek.

A különbségfelszínek szórása minden esetben 20 cm alatti, ami azt jelenti, hogy átlagtól az adatok átlagosan 17-19 cm-el térnek el.

Az első repülésből származó, 5 mp-es időközzel készült felvételek alapján készült modellen (*2. ábra*) jól nyomon követhető a terület keletről

nyugati irányba történő emelkedése, illetve ezen belül az ÉK-DNy-i irányban húzódó völgy vonala. A keleti részen látható a 35-ös számú főút egy szakasza, illetve fehér színnel az azt szegélyező út menti fasorok. A kiértékelt területtől északra is kiugró értékekkel találkozhatunk, ez a helyi agrárgazdasági épületek, kerítések és az azt övező fák hatása.

A *3. ábrán* a két legpontosabb modell különbségfelszínét mutatjuk be (1. repülés, 5 mp-nkénti fotózás; 2. repülés, 5 mp-nkénti fotózás). A két különbségmodell sok hasonlóságot mutat, mindkét esetben észrevehetjük a terület déli részén jelentkező magasabb különbségeket, ahol megközelítik a 90 cm-t. A felső képen látható első repülés esetén az adatok 60%-a a 18 cm-es átlag alatti, míg az alsó képen látható második repülés esetén az adatok 54%-a esik az átlag alá. A térkép alapján elmondható, hogy két repülés irányultságban hasonló egymáshoz, az értékek hasonlóan változnak mindkét példa esetén.

Összefoglalás

Vizsgálataink alapján megállapítottuk, hogy az elkészült modellek átlagos pontosságát nem befolyásolta jelentősen a felhasznált képek száma. Ennek oka, hogy az igen nagyfokú képek közötti átfedés még a 10 mp-es időközönkénti fényképezésnél is szolgáltatott elegendő kapcsolópontot a sikeres tömbkiegyenlítéshez. Ehhez hozzájárult az általunk felhasznált kamera igen széles látószöge. Ebből következően kijelenthető, hogy ha elegendően sok felvétel születik egy felvételezés során, lehetőségünk van a képek szűrésére, mivel az komoly mértékű gyorsulást eredményez a feldolgozás menetében és nem okoz lényeges pontosságromlást. Az átlagos abszolút pontosság tekintetében kb. 180 méteres magasságból, az általunk használt optikai szenzor segítségével 20 cm alatti magassági pontosság érhető el. A kutatás további irányát egy alacsonyabb magasságból történő lerepülés követheti, aminek segítségével össze lehet vetni a két magasságból származó modelleket (Ahmad et al. 2013).

Felhasznált irodalom

Ahmad, A. (2011): Digital mapping using low altitude UAV. Pertanika J. Sci. & Technol. 19 (S): 51-58

Ahmad et al. (2013): Digital aerial imagery of unmanned aerial vehicle for various applications. IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering, Penang, Malaysia, 535-540.

Burai, P.–Deák, B.–Valkó, O.–Tomor, T. (2015): Classification of herbaceous vegetation using airborne hyperspectral imagery remote. Remote Sensing, Vol. 7 (2), pp. 2046-2066

Dobos, E. (2001): A domborzat, mint talajképzõ tényezõ kvantitatív modellezése digitális domborzati modellek felhasználásával. Magyar Földrajzi Konferencia, Szeged 25-27.

d'Oleire-Oltmanns, S.–Marzolff, I.–Peter, K.D.–Ries, J.B. (2012): Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Monitoring Soil Erosion in Morocco. Remote Sensing, 4, 3390-3416

Laliberte, A.S.–A. Rango, and C. Winters. (2011): UAS remote sensing missions for rangeland applications. Geocarto International, 23(2):141-156

Milics, G.–Deákvári, J.–Burai, P.– Lénárt, Cs.–Balla, I.–Csiba, M.–Farouk, M.–Virág, I.–Nagy, V.–Neményi, M. (2011): Application of hyperspectral imaging in precision crop production and soil management. Pollution and water resources. Columbia University Seminar Proceedings (Ed.: George J. Halasi-Kun) Vol. XL. 2010–2011., pp. 139–149

Peter, K. D.–d'Oleire-Oltmanns, S.–Ries, J. B.–Marzolff, I.–Ait Hssaine, A. (2013): Impact of land-levelling measures on gully and soil erosion analysed by rainfall simulation and UAV remote sensing data in the Souss Basin, Morocco. Geophysical Research Abstracts. Vienna, Austria.

Pirkhoffer, E. et al (2014): PTETHYS, a térinformatika és fizikai kisminta modellezés újszerű megközelítése. Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás, Debrecen, 271-279.

Rock, G.–Ries, J.B.–Udelhoven, T. (2011): Sensitivity Analysis of UAV-Photogrammetry or Creating Digital Elevation Models (DEM). In Proceedings of Conference on Unmanned Aerial Vehicle in Geomatics, Zurich, Switzerland, Volume XXXVIII-1/C22.

Szabo, G.–Mecser N. (2014): New technique in spatial data collection – low cost DSM and ortophoto generating with drone. Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás, Debrecen, 349-350.

Tokaji szőlőtermőhelyek felmérése légi távérzékelési technológiával

Bekő László[1] – Lukácsy György[2] – Katona Zsolt[3] – Burai Péter[4]

[1] kutatási koordinátor, Károly Róbert Főiskola, Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet ifj.beko.laszlo@gmail.com
[2] egyetemi adjunktus, Budapesti Corvinus Egyetem, Szőlészeti Tanszék, glukacsy@yahoo.com
[3] kutató mérnök, Envirosense Hungary Kft., katona@envirosense.hu
[4] főiskolai docens, Károly Róbert Főiskola, Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet, pburai@gmail.com

Abstract: The Tokaj Wine Region is the northernmost wine producing site of Hungary. The environmental factors of producing site, and the location, aspect and slope of vine parcells effect on vine quality and yields. Advanced remote sensing technologies contribute to state-of-the-art producing site mapping roles. This paper aims to present a study about aerial hyperspectral images, airborne laser scanned data and orthophotos surveyed by Károly Róbert College Research Institute of Remote Sensing and Rural Development. Using aerial images the number and scope of vine parcells were determined. Vegetation indices were calculated based on hyperspectral images and using LIDAR height data different kind of vector graphic layer were implemented, furthermore high resolution NDVI was transformed based on high accuracy orthophotos, besides vine raws detectability was investigated.

Bevezetés

A Tokaji borvidék hazánk legészakibb termőhelye, a Tokaj-Zempléni hegyvidék agroökológiai körzetben alakult ki. (Lőrincz A.–Ulcz A. 2007). A történelmi borvidék az Észak-Magyarországi régióban, összesen 27 település területén helyezkedik el. A Tokaj Kereskedőház Zrt. egyedüli állami tulajdonú borászatként egy komplex ültetvény állapot és termőhelyi potenciál felmérést indított el a Tokaji borvidéken, ahol a szőlőtermelés 5500 hektáron folyik, de a termesztésre alkalmas területek meghaladják a 11000 hektárt. (Lukácsy et al. 2014) A borvidéken található szőlőparcellák mérete és elhelyezkedése változatos képet mutat. Bényei et. al. 1999 a szőlőterületek jellemzésére 18 indexet hozott létre a domborzati, éghajlati, talajviszonyok, valamint a parcella méretek és elérhetőségeik alapján. Ezen tulajdonságok alapján a szőlőterületeket 400 pontos skálán rangsorolta, melyet még ma is használnak a gyakorlatban. A meglévő analóg vagy digitális szőlőültetvényekre vonatkozó adatbázisok, térképi állományok sok esetben elavultak, méretarányaik miatt nem tartalmaznak kulcsfontosságú információkat, melyek szükségesek lennének a korszerű szőlőtermesztéshez.

A termőhelyi környezeti tényezők, mint a parcella elhelyezkedése, tájolása, térbeli változásai hatással vannak a szőlő minőségére és termésmennyiség térbeli változására (Hall, E. et al. 2002). Egy szőlőparcellán

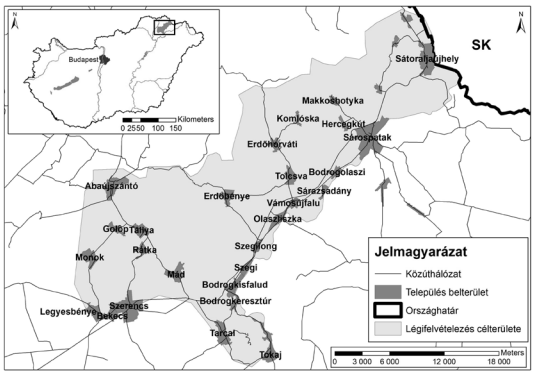
belül lévő azonos korú, fajtájú és művelési módú szőlő produktivitását nagymértékben befolyásolják a topográfiai tényezők változásai, a talaj fizikai és kémiai jellemzői valamint mezoklimatikus hatások is (Bramley, R.G.V.–Hamilton, R.P. 2004).

A szőlőterületeket jellemző változók térképezése jelentős mennyiségű adatot igényel és ezeknek az adatoknak a hagyományos módon történő előállítása időigényes és drága. A távérzékelés egyike a precíziós mezőgazdaságban használatos módszereknek, mely segítségével hatékonyan vizsgálhatóak az egyes termőterületek térbeli mintázatai, változásai, illetve az ezekből eredő terméshozam különbségek (Hall, E. et al. 2002). Mióta a távérzékelt adatok nagy felbontású és precíz információkat nyújtanak, a különböző szakágak döntéstámogatási eszközeként is használatosak. A szőlőtermesztő régiókban a pontos digitális szőlőterület térképek nagyon hasznosak lehetnek a minőségi alapanyag előállítás szempontjából (Delenne, et al. 2010). A korszerű távérzékelési eljárásokkal készített felvételekből számos alapadat állítható elő, többek között információt kaphatunk a szőlőterületek elhelyezkedéséről és méretéről, környezeti jellemzőkről, melyek kapcsolódnak a termesztési gyakorlathoz és a minőséghez, valamint a parcellán belüli jellemzőkre (pl.: sortávolság, sortájolás, sorközművelés, vagy tőkehiány) (Montesinos Aranda, S.–Quintanilla, A. 2006). Számos szőlőterületekkel kapcsolatos távérzékelési tanulmány (Lamb et al. 2004; Zarco–Tejada et al. 2005) használja az alacsony térbeli felbontású multispektrális műholdfelvételek adatait növényi állapot vizsgálatokra.

Jelen munkánkban a Tokaj Kereskedőház Zrt. által indított komplex ültetvény és termőhely felmérési munka keretében, a Károly Róbert Főiskola Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézete által készített légi multiszenzoros felmérésekből származó adatokat mutatjuk be. Továbbá azt tárgyaljuk, hogy a légifelvételezés során készített adatokból, milyen további térinformatikai rétegek állíthatóak elő, amelyek hozzájárulnak a korszerű szőlő termőhely térképezéshez.

Anyag és módszer

A légifelmérés során a Tokaji történelmi borvidék területéről (*1. ábra)* légi hiperspektrális felvételek készültek lombos és lombmentes időszakban, valamint légi lézerszkennelt és középformátumú digitális mérőkamerás felvételezésre is sor került. A légifelvételekből származtatott termőhelytérképezési paraméterek alapegységének a fizikai szőlőparcellákat tekintettük, melyeket a hiperspektrális felvétel spektrális csatornáin és a



1. ábra A légi felmérés területe

normalizált digitális felszínmodell (nDSM=DSM-DTM) magassági értékein végzett szegmentálás során kapott objektumok manuális ellenőrzésével és javításával (összevonás, szétválasztás) kaptunk meg.Az előfeldolgozott látható és közeli infravörös (VNIR) tartományban készített hiperspektrális felvételekből, a parcellákban található szőlők minőségi tulajdonságait és fajtaösszetételét vizsgáltuk a különböző biofizikai változókon és irányított osztályozási módszereken keresztül. A lombmentes időszakban készült

1. táblázat A légifelvételezés paraméterei

LiDAR, ortofotó		**Hiperspektrális**		
Szenzor	Leica ALS70HP	*Szenzor*	Aisa Eagle II	Aisa Hawk
Szenzor (orto)	Leica RCD30	*Spektrális tartomány*	400-1000 nm	1000-2450 nm
Terepi felbontás (GSD)	12 cm	*Spektrális mintavételezés*	4,5 nm	6,2 nm
Csatornák száma	4 (R G B NIR)	*Csatornaszám*	128	244
Sávok közötti átfedés	20%	*Terepi felbontás*	1 m	3 m
Képkockák közötti hossz átfedés	60%	*Sávok közötti átfedés*	25%	25%
Átlagos pontsűrűség	4 pont/m2	*Előfeldolgozás*	CaliGeoPRO	CaliGeoPRO
Átlagos pontsűrűség nadírban	2,5 pont/m2	*Mozaikkészítés*	ENVI 5.0	ENVI 5.0
Vertikális pontosság	0,06 m	*Felvételezés időpontja*	Vegetációs időszak	Vegetációs időszakon kívül
Látószög (FOV)	50°			
Sávszélesség	1000 m			

rövidhullámú infravörös (SWIR) felvételekből talajvizsgálatokhoz szükséges paraméterek kerültek előállításra. A légi felmérés paramétereit az *1. táblázat* tartalmazza.A lézerszkennelt adatokból automatikus és manuális filterezés után, a mesterséges és természetes objektumokat reprezentáló, osztályozott pontfelhőt állítottunk elő. A pontfelhő meghatározott pontjaiból különböző felbontású raszteres magasságmodelleket interpoláltunk. A négy csatornás digitális mérőkamerás felvételek feldolgozása után nagy felbontású (15 cm) digitális NDVI térképét állítottunk elő. Az adatok térinformatikai feldolgozását és elemzését ESRI ArcGIS 10.2 és ENVI/IDL 5.0 szoftverekkel végeztük. Az objektum alapú műveleteket Trimble eCognition 8.8 szoftverrel hajtottuk végre.

A légifelmérés során készített és feldolgozott távérzékelt adatokból előállított alaprétegeket, melyeket a további munka során alkalmaztunk a *2. táblázat* tartalmazza.

2. táblázat Távérzékelt adatokból előállított alaprétegek

Adatforrás	**Alapadat**	**Réteg**
LiDAR	osztályozott pontfelhő	DTM, DSM
Hiperspektrális	geometriailag és radiometriailag korrigált mozaik	Vegetációs indexek, Zaj-szűrt spektrális rétegek
Orto	digitális ortofotó mozaik (8bit RGB, 16bit RGBN)	nagy felbontású NDVI térkép

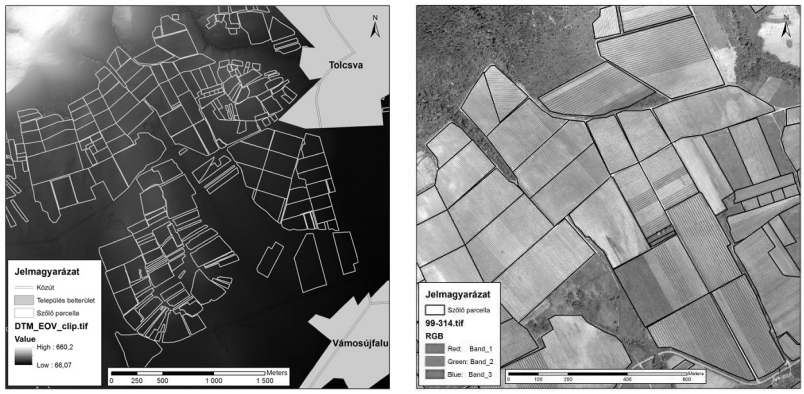
Eredmények

A spektrális és magassági adatokon elvégzett szegmentálás után, a létrejött szegmentumok közül 4782 darabról állapítottuk meg, hogy fizikai szőlőparcellák, melyekben ténylegesen szőlőtermesztés és művelés folyt a légifelvételezés idején *(2. ábra)*. A parcellák területe rendkívül változatos képet mutat, az átlag méret 1,1 ha, a legnagyobb egybefüggő parcella mérete több mint 30 ha, míg a legkisebb kiterjedésűé alig éri el a 0,1 ha-t.

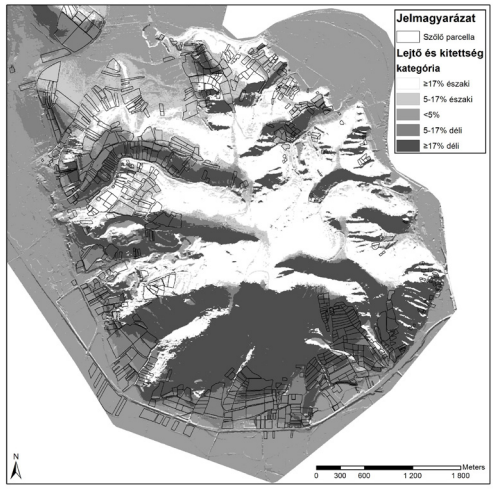
A távérzékelt adatok alapján meghatározott, művelt szőlőparcellák mérete 5307 ha. A parcellákban elhelyezkedő szőlőterületek biofizikai állapotát meghatározó széles és keskenysávú vegetációs indexeket számítottunk a hiperspektrális felvétel maghatározott hullámhosszú csatornáiból (pl.: Fotokémiai Reflektancia Index, Karotin Reflektancia Index, Fotoszintetikusan Inaktív Pigmentek Indexe, stb.).

A lézerszkennelt adatokból származtatott vektoros rétegek alapja, a pontfelhő talajpontjaiból interpolált – a talajtérképezés alapegységével megegyező – 5x5 méter felbontású raszteres domborzatmodell volt. Ezzel a

felbontással készített alaprétegek a talajtérképekkel összevonhatóak, egységes modellben kezelhetőek. A raszteres kitettség modellt újraklasszifikálás után poligon típusú vektoros fájlformátumba transzformáltuk és a kitettségi irányokat két fő típusba soroltuk (É, D). Másik fontos paraméter a termőhelyek lejtésviszonyai, mely szintén a domborzatmodellből származtatott vektoros alapréteg. A parcellák megközelítése és művelési módja, valamint a tengerszint feletti magasság mellett a fagyveszélyes területek meghatározásában is szerepet játszik. A meredek lejtőkön a hideg levegő gyorsan lefolyik, ezért ezeken a területeken kisebb a valószínűsége a fagyveszélyes területek kialakulásának. Kis lejtőszög esetén viszont a hideg levegő mozgása lelassul, már kisebb terepakadály mögött is kialakulhat fagyzúg. A fagyzugos területek lehatárolásához a kitettség és lejtőszög értékek összevonása szükséges (*3.*



2. ábra Szőlőparcella réteg részlete DTM-en és nagyított képe RGB ortofotón megjelenítve



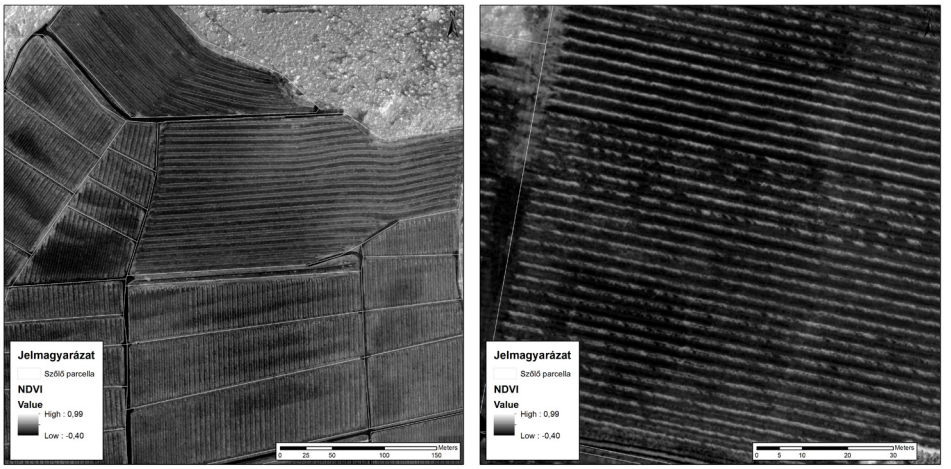
3. ábra Tokaji Nagy-kopasz-hegy lejtő és kitettség térképe

ábra). A megfelelő paraméterek meghatározásához terepi adatokkal történő validálás szükséges.

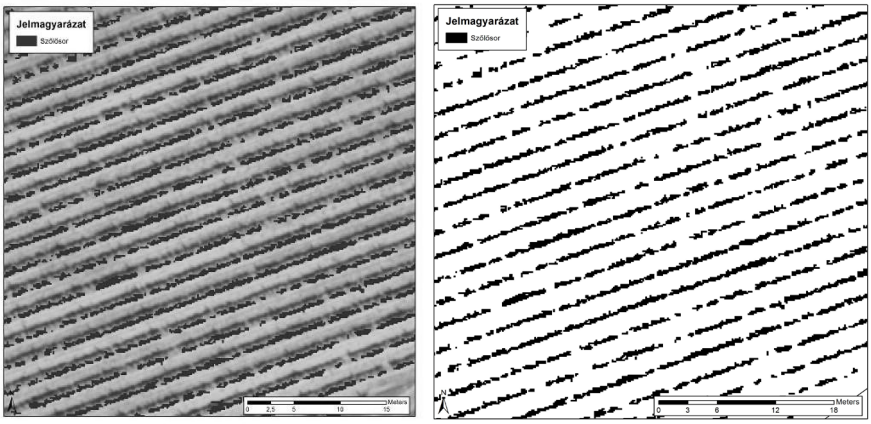
Minden további távérzékelt adatból előállított alapréteget a termésadatokkal és terepi kiegészítő mérésekkel történő érvényesítés után lehet alkalmazni a termőhelytérképezésben. A parcellán belüli kvalitatív és kvantitatív vizsgálat alapegységének az adott parcellán belül található szőlősor tekinthető. A parcellán belüli, illetve egyed szintű termőhely térkékezés során, a nagy terepi felbontású ortofotók széles lehetőséget biztosítanak. A látható színtartományban készült ortofotóból már vizuális interpretációval is jól elkülöníthetőek az egy parcellán belüli szőlősorok. A 16 bites felvétel vörös és közeli infravörös csatornájából NDVI számítható (*4. ábra)*, mely segítségével lehet következtetni a parcellákon belüli szőlő klorofill tartalmára is.

A nagyfelbontású adatkészlet segítségével a szőlősorok növényborítási mértéke is kiszámítható. A szőlősorok azonosítására jól alkalmazható az ortofotóból élkiemeléssel kapott réteg, illetve az NDVI térkép. (*5. ábra*).

Munkánk során bebizonyosodott, hogy a nagy felbontású aktív és passzív légi szenzorokkal készített légifelvételek, és az azokból származtatott adatok, információk jól alkalmazhatóak a szőlő termőhelyének térképezésében. További lehetőséget adva a parcellán belüli heterogenitás és a biofizikai állapot felderítésére, valamint a sor és tőke szintű tulajdonságok elkülönítésére is.



4. ábra Ortofotóból számított NDVI szelvény és nagyított része



5. ábra Szőlősorok azonosítása ortofotón és a vektoros szőlősor fedvény részlete

Felhasznált irodalom

Lőrincz A.–Ulcz A. (2007): Borvidékek Magyarországon. Segédanyag, készült a Szőlész-Borász Szakmérnöki Szak hallgatói számára, a „Szőlőtermesztés biológiai és ökológiai alapjai" című tantárgyhoz. 133 p.

Lukácsy, Gy.–Tombor, A.–Goreczky, A.–Nagy, L.–Szabó, J.–László, P.–Burai, P. –Bekő, L –Jung, A.–Kristóf, D –Bisztray, Gy. D.–Báló, B. (2014): Evaluation of state of vineyards and characterization of vineyard sites of the integrated area of Tokaj Kereskedőház Ltd. in Tokaj region, TERROIR KONFERENCIA – Tokaj, Eger (2014. július 7-10.)

Bényei F.–Lőrincz A.–Sz. Nagy L. (1999): Szőlőtermesztés, Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Hall, E–Louis, J.–Lamb, D. (2003): Characterising and mapping vineyard canopy using high-spatial-resolution aerial multispectral images, Computers and Geosciences 29, pp. 813-822

Bramley, R. G. V.–Hamilton, R. P. (2004): Understanding variability in winegrape production systems, Australian Journal of Grape and Wine Research, 10(1), pp. 32–45.

Delenne, C.–Durrieu, S.–Rabatel, G.–Deshayes, M. (2010): From pixel to vine parcel: A complete methodology for vineyard delineation and characterization using remote-sensing data, Computers and Electronics in Agriculture 70 , pp. 78-83.

Montesinos Aranda, S.–Quintanilla, A. (2006): "BACCHUS": methodological approach for vineyard inventory and management, European Commission DG Research, 29 p.

Lamb, D.W.–Weedon, M.M.–Bramley, R.G.V.(2004): Using remote sensing to predict grape phenolics and colour at harvest in a Cabernet Sauvigon vineyard: timing observation against vine phenology and optimising resolution, Australian Journal of Grape and Wine Research 10 (1), pp. 46–54.

Zarco-Tejada, P.J.–Berjon, A.–Lopez-Lozano, R.–Miller, J.R.–Martin, P.–Cachorro, V.–Gonzalez, M.R.–de Frutos, A. (2005): Assessing vineyard condition with hyperspectral indices: Leaf and canopy reflectance simulation in a row-structured discontinuous canopy, Remote Sensing of Environment 99, pp. 271–287.

Mederfejlődési vizsgálatok a Sajó hazai szakaszán

Bertalan László[1] – Dr. Szabó Gergely[2]

[1] PhD-hallgató, Debreceni Egyetem, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, bertalan@science.unideb.hu
[2] egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szabo.gergely@science.unideb.hu

Abstract: The aim of our investigations is to analyse meander and river bank development influenced by natural processes and human activity on the alluvial Sajó River of Hungary. Long term morphological changes of Sajó River were evaluated on the basis of maps aerial photographs (1952, 1956, 1972, 1988, 2000, 2005 and 2011) and the 1:10.000 scale topographic map of Hungary (1980). In every investigated periods the bank edges were vectorized in ArcGIS then the centerlines were calculated as well. In 3 selected bends and meanders detailed UAV measurements were performed between April 2014 and Sept 2014 to identify the rate of bank retreat. The centerline analysis of Sajó River shows an outstanding shortening between 1952 and 1980 related to the regulation works performed by several industrial purposes. After 1980 the centerline-length started to increase and we suggested that it could be a reason of new meander-development along the river. The development of the selected bends and meanders supplemented by the UAV monitoring results shows very active bank retreatment rate as 4,5 meters/year (1952-2014) and in some places about 2,4 meters/month.

Bevezetés

Az Alföld folyói közvetlenül és közvetetten is nagy hatással vannak a környezetükben elhelyezkedő tájakra és településekre, ezért lényeges dolog, hogy alaposan ismerjük a hozzájuk kapcsolódó földrajzi folyamatokat. A jelenkori fluviális felszínformálás részletes elemzése a geoinformatikai módszerek alkalmazásával manapság viszonylag gyorsan végezhető, így a hosszú és rövid távú folyófejlődés hatásai, veszélyei időben megállapíthatóak.

A Sajó hazai szakaszán az 1930-as években készültek előzetes tervezetek az összefüggő szabályozási munkálatok és a folyó hajózhatóvá tételére vonatkozóan (Németh B. 1938), azonban a II. világháború során felmerült költségek átcsoportosítása miatt az elképzelések jelentős része csupán terv maradt, így napjainkban a Sajó folyó a borsodi iparvidékhez közeli szakaszai kivételével csak részben szabályozott (Pintér J. 1988). Több ponton létesítettek középvízi szabályozási műveket, melyek célja főként a homorú part biztosítása, valamint a közeli hidak, utak, vasútvonalak védelmét szolgálta (VITUKI 1972). A gyakran nem megfelelő módon és helyen kialakított védműveket azonban a Sajó több helyen kikezdte vagy elrombolta, így nagy kiterjedésű árvízvédelmi töltések hiányában a folyó egyes szakaszain

napjainkban is intenzív s szabad kanyarulatfejlődés zajlik (VKKI 2010). Az antropogén jellegű tényezők mellett a folyamatot azonban jelentős természeti hatások alakítják, úgy mint a folyóvölgy esése és hidrológiai viszonyai, a partfal anyaga és erodálhatósága (Blanka V. 2010; Kozma K. et al. 2014).

A szabályozatlan szakaszok mentén a legfőbb problémát a kanyarulatok intenzív fejlődése okozza. Folyóvízi geomorfológiai kutatásokban nagy hangsúly helyeződik a kanyarulatfejlődés jellegzetességeinek feltárására. Magyarországon folyamatosan új módszereket alkalmaztak a rekonstrukcióra, eleinte térképsorozatok összehasonlító elemzésével (Somogyi S. 1974), majd vízügyi VO-szelvények elemzésein alapuló vizsgálatok alapján (Fiala K.–Kiss T. 2005) állapítottak meg térbeli-időbeli összefüggéseket kanyarulatokra s teljes folyószakaszokra egyaránt. Később előtérbe kerültek a biogeomorfológiai jellegű megközelítések, melyek során a másodlagos adatbázisokat terepi mérésekkel egészítették ki (Blanka V.–Kiss T. 2006; Kiss T.–Blanka V. 2006). A távérzékelt adatbázisok egyre egyszerűbb elérhetősége azonban jelentősen fellendítette a térbeli-időbeli vizsgálatok gyorsaságát, s több hazai és külföldi kutatás légifotók, űrfelvételek és levezetett térképek alapján végzett egyre kisebb hibákkal terhelt számításokat (Blanka V.–Kiss T. 2008, 2010; Le Coz, J. et al. 2010; Michalková, M. 2009; Michalková, M. et al. 2011) geodéziai jellegű mérésekkel kiegészítve (Kozma K. 2008; Szabó J. et al. 2011).

A legmarkánsabb felszínformálást produkáló területeken elengedhetetlen, hogy gyakran történjen a változás térbeli-időbeli mértékének monitoringja, amihez egyre szélesebb körű lehetőségeket kínálnak a különböző távérzékelési eljárások (Burai P. et al. 2011), melyek közül a leggazdaságosabb megoldást a pilóta nélküli repülő eszközökkel, az ún. drónokkal végzett felmérések szolgáltatják (Aber, J.S. 2010; Javernick, L. 2014; Kalmár S.–Kozma K. 2012; Mišijovský, J. et al. 2013, 2015; Szabó G.–Mecser N. 2014; Tonkin, T.N. 2014).

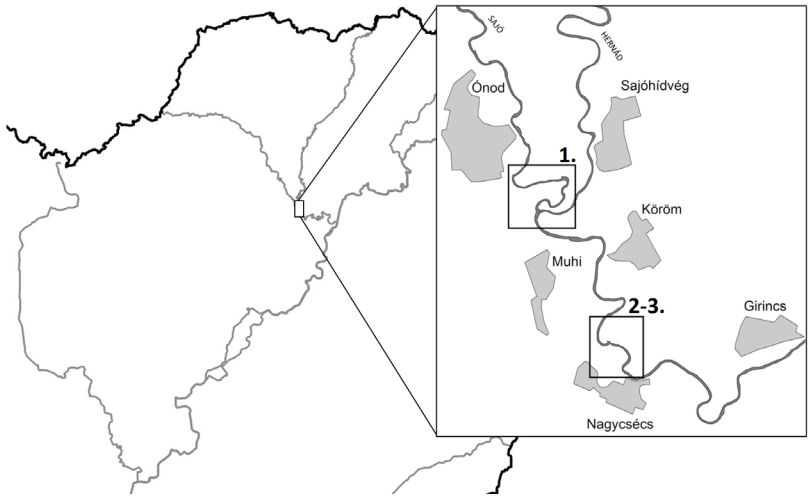
Tanulmányunk célja a Sajó folyó magyarországi szakaszának kanyarulatfejlődési mértékének rekonstrukciója különböző adatbázisok és terepi mérések alapján.

Anyag és módszer

A Sajó középszakasz jellegű, a kanyarulat-fejlettségi viszonyokat tekintve a magyarországi szakasza közepes fejlettségű meanderező (S=1,78) típusba sorolható, esése a Hernád torkolatig viszonylag nagy (50-70 cm/km) (Sallai F. 2006), onnan a torkolatig fokozatosan csökken A VITUKI Vízrajzi

Atlasza alapján a meder- ill. kanyarulatfejlődés a folyó hazai szakaszán nem egységes ütemben zajlik, a sajátosságok alapján 5 eltérő jellegű szakaszt különböztettek meg. Jelen tanulmány mintaterületei a negyedik és ötödik szakasz határán illetve az ötödik szakaszon helyezkednek el. A két utolsó szakaszra egyaránt jellemző az ármentesített szakaszok hiánya, a folyót itt alacsony partok szegélyezik, melyek mentén nagymértékű medervándorlás és parterózió megy végbe (VITUKI 1972), majd az utolsó szakaszon a folyó fokozatosan alsó szakaszjellegűvé alakul s lerakja hordalékát (BOGÁRDI J. 1949). Vizsgálataink helyszínei a Sajó szabályozásoktól mentes, eltérő felszínborítással szegélyezett két, összetett kanyarulatokból felépülő szakasza. Az első mintaterület közvetlenül a Sajó és a Hernád folyók torkolatánál, Ónod településtől keletre található 31,5 fkm és 33 fkm közötti szakasz míg a 2-3. mintaterületek Nagycsécs településtől északra található 26 fkm és 28 fkm közötti szakaszon lettek kijelölve (*1. ábra*).

Munkánk során a kiválasztott szakaszok részletes vizsgálata mellett elemzéseket végeztünk a teljes hazai Sajó-szakasz hosszútávú mederváltozási jellegzetességeinek feltárása érdekében. A hosszútávú vizsgálat alapját, igazodva a szakirodalomban használatos módszerekhez, részben archív légifotók képezték. A légifotók rendszerezését és magassági torzulásukat korrigálandó ortorektifikációját ESRI ArcMap 10 szoftverben végeztük, majd négy időpontban (1952, 1956, 1972, 1988) megtörtént a középvízi meder-élek vektorizálása. Ezután MADOP ortofotók alapján további 3 időpont (2000, 2005, 2011) került rekonstruálásra, végül az 1980-as évek során készült 1:10.000 méretarányú EOTR szelvények alapján egy nyolcadik időpont



1. ábra A mintaterületek elhelyezkedése

is része lett az adatbázisnak. A rövidtávú kanyarulatfejlődést a szabályozás nélküli szakaszok legintenzívebben fejlődő kanyarulatain vizsgáltuk a három mintaterületen. DJI Phantom 2 drónra szerelt GoPro Hero 3+ kamerával készített felvételekből generált ortofotók, lézeres mérőállomás valamint RTK GPS-mérések segítségével mértük fel a kanyarulatfejlődés dinamikáját. A drón alkalmazásával az alapvető geodéziai mérésekhez képest jelentősen rövidebb idő alatt akár néhány cm-es térbeli felbontású ortofotók készíthetők, így ez a viszonylag olcsó adatgyyűjtési technológia alkalmas a parterózió rendszeres detektálására (Szabó G.–Mecser N. 2014).

Eredmények

A vektorizált mederélek alapján minden időpontban megszerkesztettük a folyó középvonalait, melyek hosszváltozásai alapján megállapítható, hogy az 1970-es évekre (vélhetően a Sajó-menti ipari területek védelme érdekében) végzett kanyarulat-átmetszések következtében jelentősen rövidült a magyarországi Sajó-szakasz (*1. táblázat*). Az 1980-es évek végétől kezdődően azonban egy újabb növekedési tendencia mutatható ki, ami a kanyarulatok egyre intenzívebb fejlődődésével magyarázható.

Az 1. mintaterület kanyaruletfejlődését alapvetően befolyásolja a Hernád torkolata. Az 1950-es évek elején még viszonylag egyszerű kettős kanyarulat fokozatos megnyúlása következtében másodlagos ívek, majd kettős

1. táblázat A Sajó középvonalának hossza (km) a vizsgált időszakokban

1952.	1956.	1972.	1980.	1988.	2000.	2005.	2011.
129,16	129,36	124,16	122,35	122,28	122,62	123,67	124,72

kanyarulatok fejlődtek ki (*2/a,b. ábra*), így végül két csúcspontú összetett kanyarulattá alakult mindössze 60 év alatt. Az ilyen összetett kanyarulatok Blanka V. szerint (2010) előbb álkanyarulatok és fejletlen kanyarulatok formájában fejlődik, majd Hooke, J.M. és Harvey, A.M. szerint (1983) a kanyarulathossz és a görbület növekedése egy határérték után egy új gázló-üst-rendszert alakít ki, ami egy új önálló kanyarulat feltétele. Az 1. mintaterületen a kanyarulat hossza 2480 m-ről 3190 m-re növekedett 1952 és 2011 között.

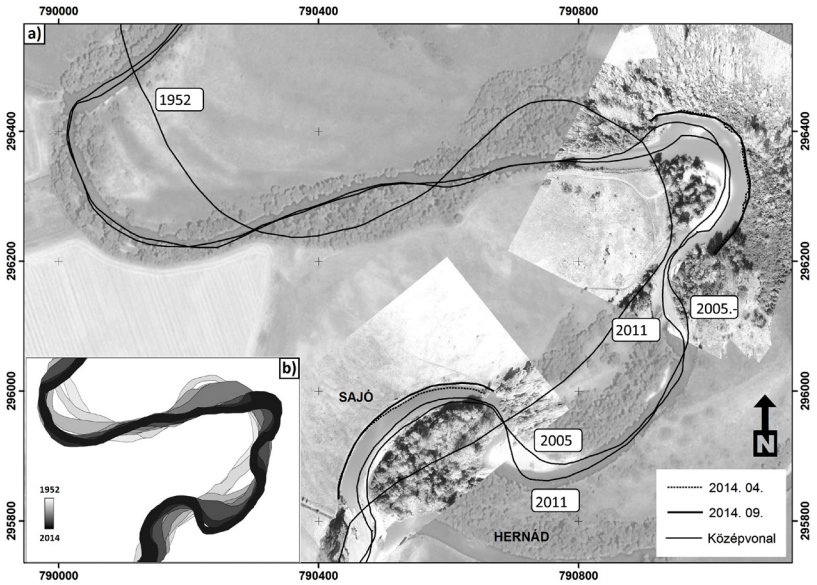
A 2. mintaterület legfrissebb (2014.09.30) ortofotó-térképére helyezett meder-élek alapján megállapítható a kanyarulat fejlődési jellege, mely kezdetben az oldalirányú növekedés formájában változott, majd a 2000-es környékétől kezdődően a kanyarulat fejlődését a rotációval párosuló lefelé vándorlás jellemzi (*3/a. ábra*). A már elkészült, ill. a folyamatosan végzendő

mérések adatbázisából megállapítható a laterális erózió mértéke, ami a 3. mintaterület esetén a kanyarulat csúcspontjába állított merőleges vonalában az 1952-2014. intervallumot vizsgálva 4,53 m/év mértékű. A kanyarulat-fejlődés sebességét igazolják a belső kanyaríven felhalmozott friss kavicspad, valamint a sűrű övzátony-generációk.

A 3. mintaterületen található a Sajó-folyó egyik dinamikusan fejlődő kettős kanyarulata (*3/b. ábra*). A rekonstruált meder-élek alapján megállapítható, hogy az alapvetően enyhe görbülettel rendelkező kanyarulat az 1950-es évektől folyamatosan alakul át egy összetett többszörös kanyarulattá. A meder-élek futásvonala alapján szintén megállapítható, hogy a kanyarulat sodorvonal-irányban fejlődik tovább a 2000-es évek közepétől. A felső kanyarulat külső ívén mérhető laterális erózió a sodorvonal és a meder-szegély ütközési zónájában maximalizálódik. Ezeken a helyeken az intenzív parterózió mértéke a felső kanyarulat alsó szakaszán megközelíti helyenként a 9-10 métert 5 hónap alatt (*4. ábra*).

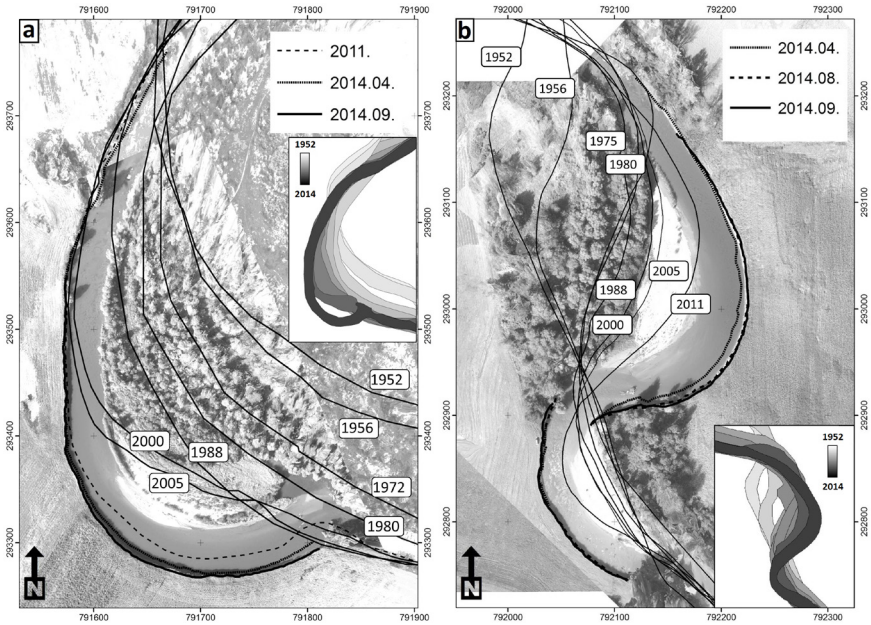
Összegzés

A Sajó hazai szakaszán nem történtek átfogó szabályozási munkálatok, melynek hatására a szabadon hagyott kanyarulat intenzív kanyarulatfejlődés (övzátonyképződés, parterózió) zajlik, melynek üteme helyenként az évi átlagosan 4,5 m-t is eléri.

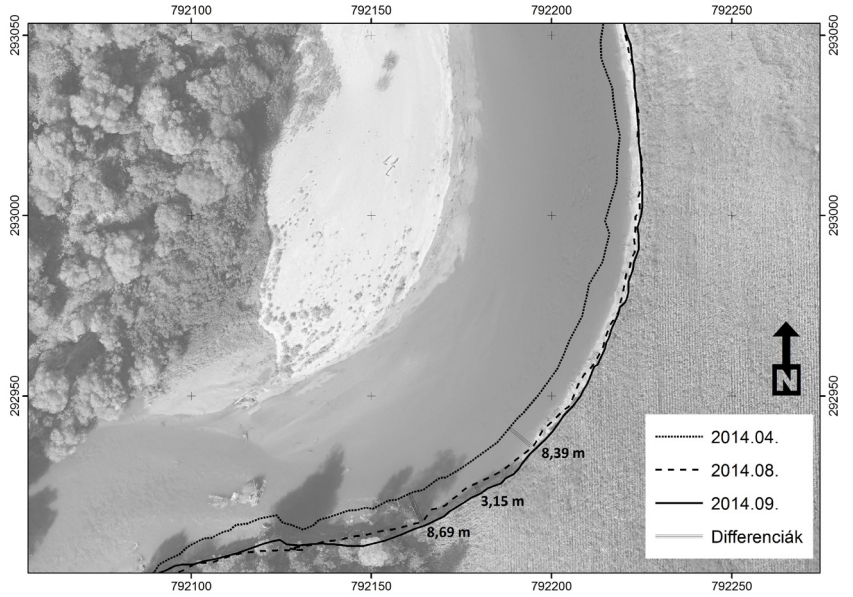


2. ábra Az 1. mintaterület kanyarulat-fejlődési vázlata (Ónod)

Archív légifotók, drónnal készített ortofotók valamint terepi geodéziai mérések segítségével rekonstruáltuk a Sajó alsó szakaszának térbeli-időbeli fejlődési ütemét.



3. ábra A 2. és 3. mintaterület kanyarulat-fejlődési vázlata (Nagycsécs)



4. ábra A laterális erózió mértéke a 3. mintaterület kettős kanyarulatának külső ívén (Nagycsécs)

Felhasznált irodalom

Aber, J.S.–Marzolff, I.–Ries, J.B. (2010): Small-Format Aerial Photography. Principles, Techniques and Geoscience Applications. Elsevier, 268 p.

Blanka V.–Kiss T. (2006): Ártérfejlődés és növényzet kapcsolatának vizsgálata a Maros hullámterén (Biogeomorfológia). Tájökológiai Lapok 4(2), pp. 301-308.

Blanka V.–Kiss T. (2008): A kanyarulatfejlődés jellegének és mértékének vizsgálata a Hernád Alsódobsza feletti szakaszán, 1937 és 2002 között. In: Szabó J.-Demeter G. (szerk.): Tanulmányok a Kádár László születésének 100. évfordulóján rendezett tudományos konferenciára. DEENK Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen. pp. 147-154.

Blanka V. (2010): Kanyarulatfejlődés dinamikájának vizsgálata természeti és antropogén hatások tükrében. PhD értekezés, Szegedi Tudományegyetem, 141p.

Blanka V.–Kiss T. (2010): Effect of different water stages on bank erosion, case study on River Hernád, Hungary. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences 6(2), pp. 101-108.

Bogárdi J. (1949): A Sajó hordalékszállítása és a hordalékos víz ülepítése. Hidrológiai Közlöny 29(11-12), pp. 376-379.

Burai P.–Smailbegovic A.–Lénárt Cs.–Berke J.–Tomor T.–Bíró T. (2011): Preliminary analysis of red mud spill based on aerial imagery. Acta Geographica Debrecina, Landscape & Environment Series 5(1), pp. 47-57.

Fiala K.–Kiss T. (2005): A középvizi meder változásai az 1890-es évektől az Alsó-Tiszán I. Hidrológiai Közlöny 85(3), pp. 60-65.

Hooke, J.M.–Harvey, A.M. (1983): Meander changes in relation to bend morphology and secondary flows. In: Collison, J.D.-Lewin, J. (eds.): Modern and Ancient Fluvial Systems. Special Publication of the International Association of Sedimentologists, no. 6, Blackwell, Oxford, pp. 121-132.

Javernick, L.–Brasington, J.–Caruso, B. (2014): Modeling the topography of shallow braided rivers using Structure-from-Motion photogrammetry. Geomorphology 213, pp. 166-182.

Kalmár S.–Kozma K. (2012): A demonstration of the geomorphological value of radio-controlled aerial vehicle imaging techniques in the study of the Hernád River. Zeitschrift für Geomorphologie 56. (Suppl.2) pp. 121-132.

Kiss T.–Blanka V. (2006): Kanyarulatfejlődés vizsgálata a Maros alsó szakaszán. Hidrológiai Közlöny 86/4. pp. 19-22.

Kiss T.–Fiala K.–Sipos Gy. (2008): Altered meander parameters due to river regulation works, Lower Tisza, Hungary. Geomorphology. 98(1-2), pp. 96-110.

Kozma K. (2008): Recens folyóvízi fejlődés néhány kérdése a Hernád Alsódobsza-Gesztely közötti szakaszán. In: Szabó J. -Demeter G. (szerk.): Tanulmányok a Kádár László születésének 100. évfordulóján rendezett tudományos konferenciára. DEENK Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen. pp. 155-160.

Kozma K.–Puskás J.–Drégelyi-Kiss Á. (2014): The changes in precipitation during 124 years and its influences on the physical conditions of Hernád River. Applied Ecology and Environmental Research 12(2), pp 523-536.

Le Coz, J.–Šulc Michalková, M.–Hauet, A.–Dramais, G.–Holubová, K. -Piégay, H.–Paquier, A.–Čomaj, M. (2010): Morphodynamics of the exit of a cutoff meander: experimental findings from field and laboratory studies. Earth Surface Processes and Landforms 35(3), pp. 249-261.

Michalková, M. (2009): Analysis of lateral channel activity of the Sacramento River from aerial photos. Geografický časopis/Geographic Journal 61(3), pp. 199-213.

Michalková, M.–Piégay, H.–Kondolf, G.M.–Greco, S.E. (2011): Lateral erosion of the Sacramento River, California (1942–1999), and responses of channel and floodplain lake to human influences. Earth Surface Processes and Landforms 36(2), pp. 257–272.

Miřijovský, J.–Šulc Michalková, M.–Trizna, M. (2013): Evaluation of a new remote sensing methodology for detailed international mapping in the V4 region. Journal of Landscape Management (3)2, pp. 7-11.

Miřijovský, J.–Šulc Michalková, M.–Petyniak, O.–Máčka, Z.–Trizna, M. (2015): Spatiotemporal evolution of a unique preserved meandering system in Central Europe–The Morava River near Litovel. Catena 127, pp. 300-311.

Németh B. (1938): A Sajó folyó csatornázása és az Alföld öntözése. Vízügyi Közlemények 20(3), pp. 388-393.

Pintér J. (1977): A Sajó-térség vízgazdálkodási modellje. Vízügyi Közlemények 59(3), pp. 418-427.

Sallai F. (2006): A Sajó vízminősége, hosszú távú védelme. In: Fekete É. (szerk): Észak-magyarországi Stratégiai Füzetek 3(2), pp. 3-16.

Somogyi S. (1974): Meder- és ártérfejlődés a Duna sárközi szakaszán az 1782-1950 közötti térképfelvételek tükrében. Földrajzi Közlemények 23(1), pp. 27-36.

Szabó G.–Mecser N. (2014): New tecnhique in spatial data collection-low cost DSM and ortophoto generating with drone. In: Balázs B. (szerk.): Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában V.: Térinformatikai konferencia és szakkiállítás. Debrecen, pp. 349-350.

Szabó J.–Kozma K.–Lóki J. (2011): Újabb adalékok a Hernád partfejlődéséhez. In: Frisnyák S.-Gál A. (szerk.): A magyarországi Hernád-völgy: Földrajzi tanulmányok. Nyíregyháza; Szerencs: Nyíregyházi Főiskola Turizmus és Földtudományi Intézete–Bocskai István Gimnázium és Közgazdasági Szakközépiskola, pp. 21-43.

Tonkin, T.N.–Midgley, N.G.–Graham, D.J.–Labadz, J.C. (2014): The potential of small unmanned aircraft systems and structure-from-motion for topographic surveys: A test of emerging integrated approaches at Cwm Idwal, North Wales. Geomorphology 226, pp. 35-43.

VITUKI (1972): „A Sajó" 1.: Hidrográfia, geomorfológia (Vízrajzi Atlasz 13.) Budapest, pp. 1-46.

VKKI (2010): 2-6. Sajó a Bódvával vízgyűjtő–Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv. Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság és Észak-magyarországi Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság. http://vizeink.hu/files3/2_6_Sajo_a_Bodvaval_VGT.pdf (utolsó hozzáférés: 2015. március 31.)

Fentrol.hu – A digitális légifelvétel archívum és érdekességei

Braunmüller Péter[1] – Takács Krisztián[2]

[1] osztályvezető, FÖMI, braunmuller.peter@fomi.hu
[2] térinformatikus, FÖMI, takacs.krisztian@fomi.hu

Abstract: The Institute of Geodesy, Cartography and Remote Sensing (FÖMI) successfully finished the Digital Aerial Photograph Archive project, founded by EU, on 30th June 2014. There are almost a half million frames in the archives from the period of 1959 – 2005. By the end of the project we have finished scanning 61 800 archive aerial images and digitizing the frame centres of all photos. The digitized aerial images can be freely browsed on the Internet at fentrol.hu, where every registered user can tag or comment a photo. The original photographs can be bought online (including georeference files also), or could be downloaded in reduced resolution. Fentrol.hu allows searching aerial photographs by location, and attributes as well as by user-generated tags.

A projekt bemutatása

A Földmérési és Távérzékelési Intézetben (FÖMI), 2014. június 30-án sikeresen lezárult a Digitális Légifelvétel Archívum (DLA) projekt (EKOP-2.A.2-2012-2012-0021), melynek célja a földmérési és térképészeti tevékenységről szóló 2012. évi XLVI. törvény 19. § (2) bekezdésének való megfelelés. A törvény kimondja, hogy a Magyarország területéről készített analóg (film) technológiával készült légifelvételeket digitálissá kell alakítani, és ezeket adatbázisba kell szervezni.

A FÖMI székházában kialakított légifilmtár közel fél millió légifelvételt őriz analóg (film) adathordozókon, melyek 1959 és 2006 között készültek. Mivel az itt található analóg képi adathordozók állaga folyamatosan romlik, ezért az állagmegóvásuk érdekében szükséges a digitalizálásuk. A projekt során a légifilmtár legrosszabb állapotú felvételei közül 61 800 darab szkennelését és adatbázisba rendezését végeztük el. Ez a teljes filmtár 15 %-át jelenti, melyek jellemzően az 1959–1966 közötti időszakból származnak.

A projektnek köszönhetően a jövőben jelentősen felgyorsul a légifelvételek szolgáltatására vonatkozó hatósági, rendőrségi, bírósági, önkormányzati és egyéb megkeresések teljesítése, de egyúttal a tudományos kutatók, elemzők és érdeklődő magánszemélyek részére is hatékony hozzáférést biztosít a teljes adatállományhoz.

A digitális légifelvétel archívum létrehozása

Képek georeferálása

A DLA projekt keretében a repülések törzslapjainak digitalizálásával rögzítettük a légifelvételek készítésének körülményeire, a használt eszközökre és nyersanyagokra vonatkozó metaadatokat. Továbbá meghatároztuk a FÖMI filmtárában található összes filmkocka földrajzi elhelyezkedését is.

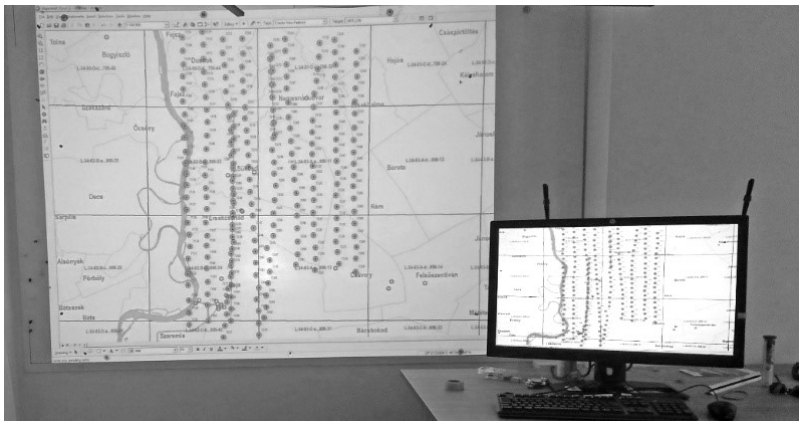
A légifelvételek nagy mennyisége és a pontos illesztésekhez szükséges adatok hiánya miatt, a projekt nem terjedt ki a teljes képterületek szabatos georeferálásra (pontos elhelyezésére), csak azok középpontjainak (főpontok) helyzetét határoztuk meg. Ez megfelelő a képeken látható területek beazonosítására, elősegíti tartalmuk felismerését és megkönnyíti a későbbi esetleges mérnöki felhasználásukat. Így jelenleg az online elérhető felvételek elhelyezkedésük szerint könnyen böngészhetőek és szükség esetén lehetőség van a megfelelő helyre igazításuk online módon történő elvégzésére is.

A projekt során a képfőpontok georeferálását kétféleképpen végeztük. Az első módszernél a légifilmtárban található repülési terveket, főpontvázlatokat használtuk fel, melynek során pauszokat sík felületre erősítettük és projektorral rávetítettük az alaptérképet, majd a szükséges transzformációkkal ráillesztettük a vázrajzon lévő szelvénykeretre és térképi jelekre. Ezek után digitalizáltuk a pauszon lévő képfőpontokat (*1. ábra*).

Mivel a FÖMI légifilmtárában sajnos csak az 1969 után készült filmekhez találhatók repülési tervek, ezért a korábban készült filmeknél manuálisan kellett meghatározni az egyes képek helyzetét (*2. ábra*). Ez sok esetben igen nehéz, hosszadalmas feladatot jelentett, mivel a film készítésének helyét a repülések törzslapjain csak hozzávetőlegesen adták meg, valamely térség, vagy megye (extrém esetben több megye) megjelölésével.

Légifelvételek tisztítása

A projekt során kialakításra került pormentesített (túlnyomásos) ún. „tisztaszobában" történt a szkennelésre kiválasztott légifelvételek előkészítése, azaz ahol lehetséges volt, ott eltávolításra kerültek a kifedett képekről a maszkok, melyek egyes objektumokat takartak el a felvételekről, valamint vegyszeres tisztítással az utólagos ragasztások nyomaitól is meg lettek tisztítva a képkockák. A felvételek minden esetben közvetlenül a szkennelés elvégzése előtt portalanítva lettek a digitalizálás lehető legjobb minőségben való elvégzésének biztosítása érdekében.



1. ábra Képfőpontok digitalizálása repülési vázrajzról



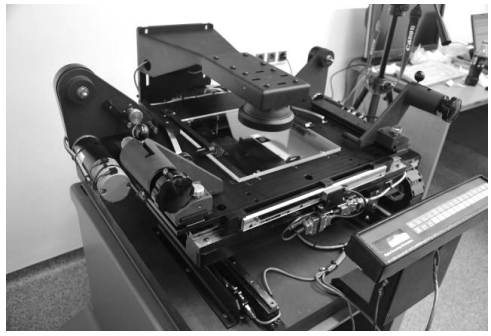
2. ábra Képfőpontok meghatározása manuálisan

Szkennelés

A képek szkennelését 2 db Leica DSW 700 típusú légifilm szkennerrel (*3. ábra*) végezték a külön erre a feladatra kiképzett kollégák. A tekercsben tárolt filmek szkennelése automatikus továbbítással, míg az albumokba rendezett filmek szkennelése kézi adagolással történt. A Leica légifilm szkennerei nem sorszkennerek, működésük attól különböző. Esetükben a szkennelés során a légifelvételek egy szabatosan mozgatható asztalra vannak rögzítve, ami fölött egy fix fókusztávolságú objektívből és 12 bites, színes CCD érzékelőből álló kamera mozog (*4. ábra*). Ezzel a módszerrel a szkenneléshez szükséges idő jelentősen rövidül egy azonos felbontású sorszkennerhez képest. További előnyük, hogy a felbontás így tulajdonképpen szabadon állítható és kisebb felbontás esetén a szkennelési folyamat tovább gyorsítható.



3. ábra Leica DSW 700 típusú légifilm szkenner



4. ábra A légifilm szkenner szabatosan mozgó asztala



5. ábra Légifelvétel a fentrol.hu weboldalon

A fentrol.hu üzemeltetése

A szkenneléssel párhuzamosan került kifejlesztésre az az online szolgáltatási keretrendszer (*5. ábra*), mely lehetővé teszi, hogy az érdeklődők webes felületen keresztül érjék el a folyamatosan bővülő archív digitális légifelvétel állományt.

Ezen a webes keretrendszeren keresztül az online adatszolgáltatás 5 szinten valósul meg. A metaadatok és a csökkentett (80%-os) felbontású légifelvételek ingyenesen hozzáférhetőek; a teljes felbontású (natív) fényképek és azok georeferencia fájljai megvásárolhatóak; továbbá egyedi megállapodások alapján lehetőség van ortofotó készíttetésére és fotóinterpretáció megrendelésére is.

A fentrol.hu honlap az egyes légifelvételekhez kapcsolódóan különböző interakciós lehetőségeket is biztosít. A képekhez hozzá lehet szólni, illetve ezeket a hozzászólásokat a kép egy kisebb – a felhasználó által kijelölt –

részéhez lehet hozzárendelni (annotálás). Továbbá rövid egy-egy szavas címkéket (tag-eket) lehet rendelni a felvételekhez. Mindezeket felhasználva a képek tartalmuk szerint kereshetővé és kigyűjthetővé válnak.

A weboldalon, a szerkesztés menüpontban lehetősége van a felhasználóknak a légifelvételek helyzetének, tájolásának és méretarányának pontosítására, amiért a felvételek meghatározott helyzetének bizonytalansága szerint pontok gyűjthetőek. Ezen pontok alapján lehet felkerülni az aktuális Toplistára.

A honlapot indulása óta több mint 72000 alkalommal keresték fel, naponta átlagosan 250 egyedi felhasználó látogatja meg azt. Az első fél évben 230 felhasználó 6000 kép, azaz az online elérhető felvételek majdnem 10%-ának szerkesztését végezte el.

A fentrol.hu bővíti és hatékonyabbá teszi a FÖMI elektronikus közigazgatási szolgáltatásait, csökkenti az irattári kézimunka mennyiségét, valamint gyorsabbá válik a megrendelések teljesítése, ezáltal nő az ügyintézés hatékonysága. A fentrol.hu-n látható légifelvételek teljes felbontású verziói a geoshop.hu geoportálon keresztül a nap 24 órájában megvásárolhatóak és kártyás fizetés esetén azonnal letölthetővé is válnak.

Frissítések

A FÖMI-ben kialakított szkennelő infrastruktúrával tovább folytatódik a fennmaradó több mint 400000 kép digitalizálása. Így ezek közül 2015 februárjában újabb majdnem 10000 felvételt töltöttünk fel a fentrol.hu weboldalra, melyek elhelyezkedése a *6. ábrán* látható. A jelenleg rendelkezésre álló kapacitással, félévente 10-12 ezer új kép szkennelésére van lehetőség.

Az újabb képek feltöltéséről a Fentről Blogon (fentrol.blog.hu) adunk tájékoztatást, ahol folyamatosan közlünk részletes leírásokat a digitális légifelvétel archívum létrehozásáról, üzemeltetéséről és a légifényképezés bemutatásáról.

Felhasználási területek, érdekességek

Az archív légifelvételek különösen alkalmasak a földfelszínen történt változások követésére, így kiemelten az egyes területek átalakulására. Sokan helytörténeti adatokat osztanak meg a hozzászólásaikban. Kiemelkedően aktívak az oldalon a vasutakat kedvelők, akik heti rendszerességgel írnak kommenteket légifelvételekhez, jelölnek meg rajtuk megszűnt, vagy átalakult vasútvonalakat, állomásokat és megállóhelyeket (*7. ábra*). Sok bejegyzés



6. ábra A fentrol.hu-n látható légifelvételek elhelyezkedése



7. ábra Vasúti szerelvény az egyik légifelvételen



8. ábra Repülőtérről készült légifelvétel

születik még a felvételeken látható polgári és katonai repülőgépekről is *(8. ábra)*, de a látogatók jelöltek meg lebontott épületeket, megszűnt településeket, sportpályákat és budapesti határköveket is.Geoshop.hu

A légifelvételek teljes felbontású verziói a FÖMI geoshop.hu geoportálján keresztül vásárolhatóak meg. A webáruházban az egész országra kiterjedően az alábbi termékek érhetők el:

- Corine felszínborítási adatbázis
- Földmérési alappontok
- Topográfiai térképek
- Szintvonalrajz
- Közigazgatási határvonalak
- Digitális domborzat modell
- 2000-2014 között készült ortofotók
- A fentrol.hu-n megtalálható légifelvételek

A geoshop.hu-n megvásárolhatók Budapestre és Pest megyére vonatkozó földmérési alaptérképek is.

Vegetációtérképezés légi szenzorok alkalmazásával

Burai Péter[1] – Zlinszky András[2] – Deák Balázs[3]

[1] főiskolai docens, Károly Róbert Főiskola Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet, pburai@gmail.com
[2] tudományos munkatárs, MTA Ökológiai Kutatóközpont, BLI Hidrobotanikai Osztály debalazs@gmail.com
[3] tudományos munkatárs, MTA-DE Biodiverzitás Kutatócsoport; 4010 Debrecen, Pf. 71. zlinszky.andras@okologia.mta.hu

Abstract: Remote sensing techniques offer a viable solution for mapping extended, complex and hardly accessible areas. Nowadays, airborne hyperspectral and LiDAR sensors have a high potential for monitoring of the environment. Hyperspectral imagery can be a suitable method for a detailed vegetation classification based on the dominant or subdominant genera or species. Our results of hyperspectral image analyis suggest that in alkali landscapes, the application of SVM is a feasible solution which was not sensitive in the limitid training sample size. Digital terrain models derived from LiDAR data could considerably support both the understanding of ecological precesses and vegetation mapping. Random forest machine learning was used for classifying the a set of LiDAR data (reflectance, echo width, vegetation height, canopy openness, and surface roughness). The method produced fine resolution vegetation maps for management and ecological research.

Bevezetés

A távérzékelt adatok egyik, jelenleg még nem kiaknázott, felhasználási területe a vegetációtérképek készítése. A térképezendő növénytársulások többsége gyakran igen változatos fajösszetételűek és számos esetben igen bonyolult térbeli struktúrát alkotnak (Deák et al. 2015a, Kelemen et al. 2013). Ahhoz, hogy távérzékeléssel készült adatok alapján vissza tudjuk adni ezen rendszerek komplexitását nagy felbontású felvételekre van szükség. A műholdakon elhelyezett szenzorokkal készített felvételek terepi felbontása ma már meghaladja az 1 métert, azonban a faj szintű elemzésekhez szükséges spektrális információ csak korlátozottan áll rendelkezésre. A légi távérzékelés esetében az alacsonyabb repülési magasságnak és az érzékeny szenzoroknak köszönhetően nagy terepi és radiometriai felbontású felvételek készíthetők. A passzív távérzékelési módszerek közül a légi hiperspektrális szenzorokkal készített felvételek rendelkeznek olyan spektrális információval amelyel a felszíni objektumok minőségi és mennyiségi tulajdonságai is meghatározhatóak.

A légi lézerszkennelés (LiDAR) leggyakoribb alkalmazási területe a nagy pontosságú felszínmodellek előállítása illetve a beépített területek

térképezése (Lovas et al. 2012, Szabó et al. 2014). Napjainkban a különböző LiDAR rendszerekkel készített pontfelhők egyre népszerűbbek a különböző erdészeti (Király et al. 2012) célú elemzésekben, ahol akár a lombkorona szint alatti társulások is eredményesen osztályozhatóak. Az osztályozás pontosságát növelheti a különböző hullámformák, intenzitási értékek és a teljes jelalak detektálása. Jelenleg még nagy potenciál van a LiDAR adatok feldolgozási lehetőségében. A utóbbi évek hazai légi szenzorfejlesztései és a kutatóintézetek intenzív hazai és nemzetközi pályázati aktivitásának köszönhetően jelentősen nőtt a kutatások eredményeiből született publikációk és „know-how"-k mennyisége. Ma már egyre több hazánkban megvalósult kutatási eredményt olvashatunk nemzetközileg is rangos folyóiratban, így a hazai eredményeket egyre szélesebb körben ismerhetik meg nemzetközi szinten is. A továbbiakban egy rövid összefoglalót készítettünk a légi technológiákra alapozott vegetációtérképezés témakörben elért fejlesztések eredményeiből.

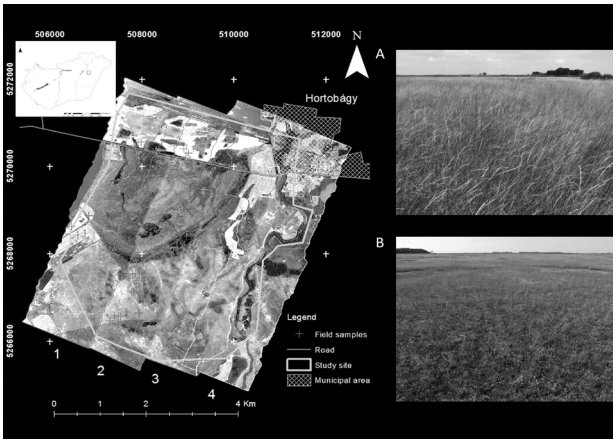
Légi hiperpsektrális technológia alkalmazása a vegetációtérképezésben

Korábbi munkáinkban a légi hiperspektrális technológiát már sikeresen alkalmaztuk invazív gyomok (Burai et al. 2011), illetve vízi növényzet térképezésében (Burai et al. 2010) különböző képelemzési eljárások felhasználásával. A szárazföldi növényzet esetében, még a nagy terepi felbontás mellett is kihívást jelent a változatos fajösszetételű vegetáció térképezése. A hazánkban nagy kiterjedésben előforduló füves élőhelyeken kevés példa van a hiperspektrális technika alkalmazásával készült élőhely térképezésre.

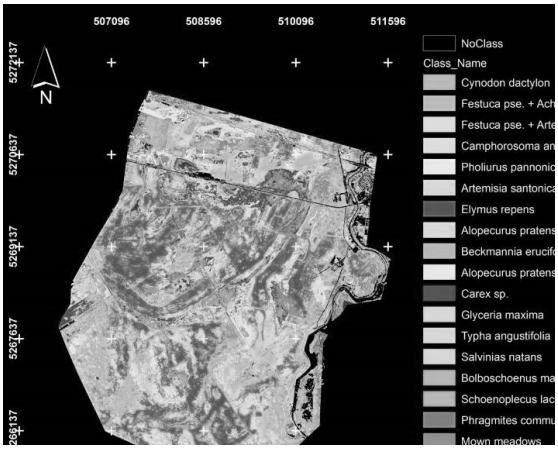
Kutatásunkat a Hortobágy község mellett lévő pentezugi mintaterületen végeztünk (Burai et al. 2015). A főként szikes társulások által jellemezhető tájban 16 társulást és 4 egyéb felszínborítási kategóriát osztályoztunk 2013. július 7-én készült 1 méter terepi felbontású AISA Eagle+ felvételek felhasználásával (*1. ábra*). A kutatásunkban három osztályozó hatékonyságát vizsgáltuk mozaikos szikes tájban: egy hagyományos osztályozót (maximum likelihood classifier-MLC), és machine learning algoritmusokon alapuló osztályozókat (support vector machine-SVM, random forest-RF). Szikes tájakban az osztályozás során a nehézséget egyrészt a sok növényzeti osztály és a spektrálisan rendkívül hasonló osztályok jelenléte okozza. A növényzeti osztályokat az egyes foltokban jelen lévő domináns fajok aránya, a növényzet magassága és a növényzet borítása alapján határoztuk meg. Eredményeink alapján mozaikos gyepek által jellemzett élőhelyeken az SVM és az RF osztályozók egyaránt jó pontosságot értek el függetlenül a tanítóterületként felhasznált pixelek számától. Ez a pontosság tovább fokozható volt MNF

transzformált sávok felhasználásával.

Bár az MLC viszonylag jó pontosságú eredményeket adott 30 tanítópixel esetében (80,78%), a pontosság jelentősen romlott a tanító pixelek csökkenésével párhuzamosan (52,56%). Az eredmények alapján hasonló élőhelyeken az SVM használata a legcélravezetőbb, mivel mind az eredeti (72,85%), mind a transzformált sávok (93,30%) esetében is jó eredményeket adott még kis mintaszám esetén is (*2. ábra*). Számos hazai területen végzett képosztályozási alkalmazás közül kiemelnénk a hiperspektrális felvételeknek az alkalmazását a Balaton partmenti nádasainak minőségi állapotának vizsgálatában (STRATOULIAS ET AL. 2014), ahol a vegetációtérképek mellett kvantitatív vizsgálatokra is alkalmazták a felvételeket.



1. ábra A Pentezug-puszta mintaterület a hiperspektrális sávokkal (1-4) illetve 2 jelemző társulással. A: szikes rét, B: ürmös szikes



2. ábra A pentezugi mintaterület SVM képosztályozásának eredménye és az alkalmazott osztályok

Légi lézerszkennelt technológia alkalamzása a vegetációtérképezésben

Szikes, füves élőhelyeken a légi lézerszkennelésből nyert, nagy pontosságú domborzati modellek (DTM) alkalmasnak bizonyultak a különböző növénytársulások térképezésére. A kifejlesztett távérzékelésen alapuló modell ökológiai és talajtani összefüggéseken alapul. A szikeseken a növényzet mintázatát elsősorban a talajvíz szintje és a talaj sótartalma határozza meg (Valkó et al. 2014). Ezek az abiotikus paraméterek szikes tájakban erős korrelációt mutatnak a mikro-topográfiával (Tóth et al. 1996, Deák et al. 2015b). A légi lézerszkennelés remek lehetőséget nyújt annak tesztelésére, hogy vajon a növényzet és a mikro-domborzat között is tapasztalható-e korreláció. Egy a Hortobágyi Nemzeti Parkban végzett vizsgálat kimutatta, hogy a nagyobb növényzeti csoportok (löszgyep, szikes sztyeppek, nyílt szikes gyepek és szikes rétek) szignifikánsan eltértek egymástól a magasságértékeik alapján (Deák et al. 2014). A társulás szintű elkülönítés a legtöbb társulás esetén sikeres volt, azonban a hasonló környezeti igényű társulások (mint például a mézpázsitos szikfokok és a vakszikek) jelentős átfedéseket mutattak. Az eredmények alapján jól látszik, hogy síkvidéki füves élőhelyeken a lézerszkennelt adatok felhasználásával készült domborzatmodellek jól alkalmazhatóak a növényzet prediktálására.

Azok a LiDAR rendszerek amelyek a teljes jelalakot is rögzítik olyan információkat tartalmaznak, amelyek a felszínborítás osztályozására is alkalmasak lehetnek (*3. ábra*). A hortobágyi Ágota-pusztán készített LiDAR és ortofotók feldolgozásának eredményei (Zlinszky et al. 2014, 2015) is azt bizonyították, hogy a légi távérzékeléssel előállított adatok milyen széles körben lehet alkalmazni az ökológiai célú vizsgálatokban. A kutatásban a Natura2000 térképezési útmutató szerint optimalizált osztályozási módszert fejlesztettünk, ami az élőhely minőségi állapotát (pld. legeltetett, nem legeltetett) is figyelembe vette. A Natura 2000 kategóriákat alapul véve 10 és 5 osztályú vegetációtérkép készült, ahol az osztályozás pontossága 10 osztály vizsgálatában 68%, míg 5 estében 75% volt.

Összefoglalás

A nagy terepi és spektrális felbontású légi hiperspektrális technológia, a megfelelő adatfeldolgozási módszerek és az osztályozandó kategóriák előzetes meghatározásával, alkalmasnak bizonyult nagy területek vegetáció-térképeinek elkészítésére akár kis terepi mintaszám felhasználása mellett is. A

passzív távérzékelési módszerek mellett a légi lézeszkennelés is hasznos eszköz lehet a különböző típusú felszínborítások elkülönítésére. A légi lézerszkennelt adatfelvétlezés és adatfeldolgozás technológiai fejlesztése lehetővé tette, hogy a pontfelhőből számított növénymagasságokon túl, a radianciai tulajdonságok és a hullámformák alapján különböző társulásokat is el tudjunk különíteni. További fejlesztési potenciált rejt a teljes jelalakos lézerszkennelt adatok feldolgozása, illetve a két módszer integrált alkalmazása.



3. ábra Részlet a LiDAR pontfelhőből generált intenzitási képből (Pentezugi mintaterület)

Köszönetnyilvánítás

A cikkben közölt kutatások elkészítését a Changhabitats2 Marie Curie Industry-Academia Partnership Pathways, OTKA PD 111807 valamint KEOP-6.3.0/2F/09-2010-0012 azonosítószámú INSPIRE című projektek támogatták.

Felhasznált irodalom

Burai, P.–Deák, B.–Valkó, O.–Tomor, T. (2015): Classification of herbaceous vegetation using airborne hyperspectral imagery remote. Remote Sensing, Vol. 7 (2), pp. 2046-2066. http://www.mdpi.com/2072-4292/7/2/2046

Burai, P.–Láposi, R.–Enyedi, P.–Smotzer, A.–Kozma B. V. (2011): Mapping invasive vegetation using AISA Eagle airborne hyperspectral imagery in the Mid-Ipoly-Valley. 3rd IEEE GRSS Workshop on Hyperspectral Image and Signal Processing-WHISPERS'2011, Lisboa, Portugal, Procceding DVD

Burai, P.–Lövei, G.–Lénárt, Cs.–Nagy, I.–Enyedi, P. (2010): Mapping aquatic vegetation of the Rakamaz-Tiszanagyfalui Nagy-Morotva using hyperspectral imagery. Acta Geographica Debrecina, Landscape & Environment Series, Vol. 4, pp. 1-10. http://landscape.geo.klte.hu/pdf/agd/2010/2010v4is1_1.pdf

Deák, B.–Valkó, O.–Török, P.–Kelemen, A.–Tóth, K.–Miglécz, T.–Tóthmérész, B. (2015a): Reed cut, habitat diversity and productivity in wetlands. Ecological Complexity doi: 10.1016/j.ecocom.2015.02.010.

Deák, B.–Valkó, O.–Török, P.–Kelemen, A.–Tóth, K.–Miglécz, T.–Tóthmérész, B. (2015b): Micro-topographic heterogeneity increases plant diversity in old stages of restored grasslands. Basic and Applied Ecology doi: 10.1016/j.baae.2015.02.008.

Deák, B.–Valkó, O.–Alexander, C.–Mücke, W.–Kania, A.–Tamás, J.–Heilmeier, H. (2014): Fine-scale vertical position as an indicator of vegetation in alkali grasslands–case study based on remotely sensed data. Flora, Vol. 209, pp. 693-697.

Kelemen, A.–Török, P.–Valkó, O.–Miglécz, T.–Tóthmérész, B. (2013): Mechanisms shaping plant biomass and species richness: plant strategies and litter effect in alkali and loess grasslands. Journal of Vegetation Science, Vol. 24, pp. 1195-1203.

Kertész, P.–Király, G.–Burai, P. (2014): Tree Species Mapping Using Airborne Hyperspectral Remote Sensing In: Pfeifer Norbert, Zlinszky András (szerk.) Proceedings of the International Workshop on Remote Sensing and GIS for Monitoring of Habitat Quality . 178 p.

Király, G.–Brolly, G.–Burai, P. (2012): Tree Height and Species Estimation Methods for Airborne Laser Scanning in a Forest Reserve. In: Full Proceedings of SilviLaser 2012; 12th International Conference on LiDAR Applications for Assessing Forest Ecosystems, Vancouver, BC, Canada, 2012.09.16-19. pp. 260-270.

Lovas T.–Berényi A.–Barsi Á. (2012): Lézerszkennelés. Monográfia. 166 p.

Stratoulias, D.–Balzter, H.–Zlinszky A.–Toth, V.R. (2015): Assessment of ecophysiology of lake shore reed vegetation based on chlorophyll fluorescence, field spectroscopy and hyperspectral airborne imagery. Remote Sensing of Environment, Vol. 157, pp. 72–84.

Szabó, Sz.–Burai, P.–Kovács, Z.–Szabó, Gy.–Kerényi, A.–Fazekas, I.–Paládi, M.–Buday, T.–Szabó, G. (2014): Testing of algorithms for the identification of asbestos roofing based on hyperspectral data. Environmental Engineering and Management Journal, Vol. 43 (11), pp. 2875-2880.

Valkó, O.–Tóthmérész, B.–Kelemen, A.–Simon, E.–Miglécz, T.–Lukács, B.–Török, P. (2014): Environmental factors driving vegetation and seed bank diversity in alkaligrasslands. Agriculture, Ecosystems and Environment. Vol. 182, pp. 80–87.

Zlinszky, A.–Schroiff, A.–Kania, A.–Deák, B.–Mücke, W.–Vári, Á. Székely, B.– Pfeifer, N. (2014): Categorizing grassland vegetation with full-waveform airborne laser scanning: A feasibility study for detecting Natura 2000 habitat types. Remote Sensing, Vol. 6 (9), pp. 8056–8087. http://www.mdpi.com/2072-4292/6/9/8056

Zlinszky, A.–Deák, B.–Kania, A.–Schroiff, A.–Pfeifer, N. (2015): Mapping Natura 2000 Habitat Conservation Status in a Pannonic Salt Steppe with Airborne Laser Scanning. Remote Sensing, Vol. 7 (3), pp. 2991-3019. http://www.mdpi.com/2072-4292/7/3/2991

Bocskaikert és Debrecen-Pallag összehasonlító településmorfológiai vizsgálata geoinformatikai eszközökkel

Burai Sarolta

egyetemi hallgató, Debreceni Egyetem TTK, buraisarolta@gmail.com

Abstract: My research field locates to the North from Debrecen along the route number 4 – Debrecen-Pallag (one district of the town) and Bocskaikert. Age and type of dwellings were collected for every pieces of ground by my own survey sheet. On the basis of this complete survey older dwellings could be separated from those are related by suburbanization. Besides of these, the vertical proportions, the functions of gardens, the characters and roles of outbuildings were also investigated in order to draw conclusions about the current trends.

Bevezetés

Debrecen és térségének szuburbanizációs folyamataira irányuló vizsgálatokkal az elmúlt 25 évben csak egy-két szerző foglalkozott, s ők is csupán egy-egy településre vagy településrészre (pl. Felső-Józsa) (Dorogi Z. 2009) koncentráltak, illetve korábban készítették munkájukat (Süli-Zakar I. 1996). A szuburbanizáció aktuális folyamatainak megismerése céljából egy településmorfológiai vizsgálat elkészítését tűztem ki célul.

Kutatásom mintaterületének Debrecen egyik településrészét, Pallagot, illetve a megyeszékhelytől 10 km-re fekvő Bocskaikertet választottam. Debrecen-Pallag és Bocskaikert – más Debrecenhez közeli fekvésű településekhez és városrészekhez hasonlóan – a rendszerváltás után a nagyvárosból kiköltöző népesség célterülete lett. Kertvárosi jellegének, de ugyanakkor Debrecenhez és a Nagyerdőhöz közeli, kedvező fekvésének köszönhetően az elmúlt évtizedekben dinamikus népességnövekedés és ezzel párhuzamosan a lakások számának jelentős bővülése figyelhető meg. Ennek eredményeként a különböző morfológiai típusok, a lakóházak vertikális tagoltsága, illetve a területhasználat színes képet mutatva jelenik meg.

Ezt a kérdéskört geoinformatikai eszközökkel vizsgáltam meg. Felgyorsult világunkban a térinformatika az élet egyre több területén megjelenik, így a településmorfológiai vizsgálatok esetében is. A térinformatika széles eszköztárának kreatív alkalmazásával a vizsgálat felgyorsítható, a vizsgálatok pontosabbá tehetőek, adott esetben újfajta eredmények elérését támogatják.

Kutatásom célja – az elsődleges és másodlagos adatnyerésből származó adatok felhasználásával – a Debrecen körüli települések és a városhoz tartozó településrészek szuburbanizációs folyamatainak megismerése, ezek

térinformatikai alapú elemzése, valamint az ok-okozati összefüggések és a területi törvényszerűségek feltárása. Emellett olyan adatbázisok elkészítése, melyekkel az önkormányzatok mindennapi munkáját is segíthetem.

Anyag és módszer

A felmérés során több alkalommal terepi bejárást végeztem. Bocskaikertet 2013 őszén, míg Pallagot 2014 augusztusában jártam be, melynek keretében megvizsgáltam a terület minden földrészletét, ingatlanát. Ez Bocskaikert esetében mintegy 1350-et tett ki, Pallagon kb. 200 földrészletet jelentett. A felmérés során többek között feljegyeztem az épületek építési időszakát, típusát és vertikális tagoltságát, a kertek hasznosítását, jellegét, valamint a melléképületek jelenlétét és funkcióját. Emellett ellenőriztem a ház- és helyrajzi számok pontosságát, valamint fotódokumentációt is készítettem. Ebből a vizsgálatból származnak a kutatásomat segítő elsődleges adatok. A felméréseket elektronikus adatbevitel és számítógépes feldolgozás követte. Bocskaikert belterületére vonatkozó legfrissebb, 2013. évi vektoros kataszteri térkép adatainak oktatási célú felhasználását a Vidékfejlesztési Minisztérium engedélyezte számomra. Debrecen-Pallag vektoros állományát a kapott szabályozási terv vetületbe illesztésével és digitalizálásával állítottam elő. ArcGIS programban rögzítettem a felmérésekből származó attribútumadatokat, és tematikus térképeken ábrázoltam az egyes kategóriák térbeli eloszlását. Ezután a legközelebbi szomszéd indexet számoltam, illetve középpont elemzést végeztem.

A legközelebbi szomszéd analízis egy geometriai alapokra épülő, a területi autókorrelációhoz hasonló, a térbeli konfigurációt egy számmal jellemző módszer. Az indexet először ökológiai vizsgálatoknál alkalmazták, innen terjedt el a más tudományágakba is. Társadalomföldrajzi kutatásokba a módszert nagy előszeretettel használó külföldi kutatók által került be. Az utóbbi évtizedekben már hazánkban is találunk példákat alkalmazására, ezeknek a leírásából ismertem meg én is a módszer jellemzőit és alkalmazási lehetőségeit (Pfening V. 2010).

A különböző típusok legközelebbi szomszéd indexe csak pont típusú fedvényen végezhető el. Így a poligon típusú földrészleteimet, azok középpontja alapján, adatkonverzióval pont típusú fedvénnyé alakítottam át. Majd az egyes típusokat lekérdezéssel külön rétegekre bontottam, annak érdekében hogy az index kiszámítható legyen. Az átlag koordináták művelet segítségével a különböző típusok középpontját számoltam ki, ez azonban poligon fedvényen is gyorsan elvégezhető.

Eredmények

A kutatás során sikerült feltárnom mind Bocskaikert, mind pedig Pallag kialakulásának és későbbi fejlődésének sajátosságait. A morfológiai tipizálással láthatóvá vált, hogy a településre, illetve a településrészre az alföldies, többnyire földszintes alacsony beépítés a jellemző. Emellett elmondható, hogy sajátos, egyedi jegyein túl illeszkednek más agglomerációs területek vonásaihoz, azokkal hasonlóságot mutatnak.

Mint ahogy az *1. ábrán* is látható, Bocskaikertben színes képet alkotva jelennek meg egymás mellett a különböző korokban domináló, eltérő építészeti stílusban épült lakóházak. Bocskaikert mozaikos képével szemben Pallagon a különböző évtizedekben épült házak egységesebb, homogénebb képet rajzolnak ki, melyből jól látható a településrész fejlődése, melyik irányba terjeszkedett, hol nyitottak meg új utcákat. Természetesen Pallagon is elmondható az, hogy a különböző koroknak megvan a maga divatja, így az azonos időszakban épült házak hasonló formát öltenek, ugyanolyan anyagból készültek és a kor színei jellemzi azokat. Azonban számos különbség is felfedezhető a két vizsgált terület között.

Bocskaikert legkorábban épült házai kontyos típusúak. Ezek túlnyomóan vályogból készült, földszintes épületek, egy utcára néző szobával, oldalt oszlopos tornáccal rendelkeznek. Leginkább az 1950-es, ’60-as évekre jellemző, de az idős lakosok elmondása szerint akad egy-kettő a világháborúk közötti időszakból is. Ezzel ellentétben Pallagon nem épültek ilyen típusú házak, vagy ha igen, azokat mára lebontották. Itt a régebben épült épületeket hagyományos nyeregtető fedi.

Az 1960-as, ’70-es évek divatjával a földszintes, körülbelül 10*10 méteres, 2 utcára néző szobával rendelkező sátortetős kockaház jelent meg Bocskaikertben. A paraszti gazdálkodást követően a felszabadult munkaerő túlnyomórészt az iparban helyezkedett el, mely a házak jellegén is megfigyelhető. A kockaház hasonlít a városi, kispolgári épületekhez, a szocialista korszak klasszikus típusa. A kockaházak két altípusa különíthető el. A ’60-as évek elején ezek a házak vályogból épültek, és két hajlított részből álló manzárdtető fedte azokat. Majd csak ezt követően, a ’60-as évek végén, de leginkább a ’70-es években terjedt el a sátortető használata. A Debrecenhez közeli területeken, így Pallagon is a ’70-es és a ’80-as évek elején még a nagyvárosba költözés volt túlsúlyban. Mivel az építkezések ebben az időben elmaradtak, így egyetlen kockaház sem látható a településrészen.

Az új építésű családi házak az 1970-es évek végétől, a ’80-as évek elejétől jelentek meg. Ekkor még csak a tehetősebb polgárok engedhették

meg maguknak a kétszintes ház építését, így Bocskaikertben is csak néhány darab található ebből az időszakból. Tömeges elterjedésük Pallagon és Bocskaikertben is megegyezik, leginkább a ’80-as évek második felére és a ’90-es évekre tehető. Jól látható a lakótér ugrásszerű növekedése és az építtetők szabadabb akarata, a szocializmus megszűnésével a kötött formák helyett az egyéni tervezés lépett előtérbe. Ezek az épületek már teljes mértékben szilikátból vagy téglából épültek. Mivel mindkét vizsgált terület esetében a rendszerváltást követően ugrott meg a népességszám (Bocskaikert esetében a község önállóvá válása is szerepet játszott), így az újonnan letelepedők túlnyomóan ilyen típus építése mellett döntöttek. Ez alapján Bocskaikertben az új építésű családi ház dominál, a település házainak mintegy felét ez a típus teszi ki.

A 2000-es évek trendje az angol-amerikai típusú lakóház. A tetőteres beépítés után ismét a földszintes, alacsony, de nagy alapterületű házak terjedtek el. Bocskaikertben a ’90-es évek gyors benépesülésének köszönhetően már csak a kisebb, keskenyebb foghíjtelkek maradtak szabadon. Ennek eredményeként az ilyen típusú házak a telek nagy részét elfoglalják, ahhoz mérten helyezkednek el. A típus jellemzője, hogy a telek méretéből és a lakók kényelméből adódóan a garázs beépült az épületbe, annak szerves részét képezi.

A 2000-es évek végétől ismét visszatért a tetőteres, emeletes beépítés, az úgynevezett mediterrán vagy itáliai típusú házak megjelenésével. A mediterrán házak jellemzői a boltíves teraszok, a fa zsalugáteres ablakok, melyekről a tengerparti nyaralás emléke, a napsütés jut eszünkbe. Ez a típus leginkább Pallagon jelenik meg, feltehetőleg az építtetők anyagi helyzetéből kifolyólag. Bocskaikertben még viszonylag újnak számít, így csak néhány darabot lehet látni belőle.

Bocskaikertben a fentebb említettek mellett megjelenik a korábbi szőlő- és gyümölcstermesztéshez kötődő épületek külön csoportja – a víkendházak, melyek kevés településen jellemzők ilyen nagy arányban (Timár J. 1994). Ezek az épületek a mai napig megmaradtak Bocskaikertben. Egy részüket a kevésbé tehetősek vásárolták meg, kibővítve, felújítva tették lakhatóvá. A másik részük pedig még mindig eredeti funkcióját szolgálja, miszerint menedéket biztosít a hétvégi gazdálkodók számára.

Az épületek vertikális tagoltságát vizsgálva az a következtetést vonható le, hogy a szintezettséget leginkább az építéskor használt építőanyagok és az adott időszakra jellemző építéstechnikai megoldások, trendek befolyásolták. Így általánosságban elmondható, hogy szoros kapcsolat figyelhető meg az épületek vertikális tagoltsága és a háztípusok között. Bocskaikert összes

épületét figyelembe véve mintegy háromnegyedes részarányt tesznek ki a földszintes épületek, mely falusias jellegre enged következtetni. A többemeletes épületek csak csekély számban vannak jelen a településen. Ezzel ellentétben Pallagon leginkább a tetőteres, illetve a többszintes lakóházak nagyobb arányú elterjedése figyelhető meg.



1.ábra A lakóházak ábrázolása építési évtized szerint (saját szerkesztés)

Bocskaikert és Debrecen-Pallag ingatlanjainak területhasználata között – a többi kategóriához hasonlóan – jelentős különbség mutatkozik. Számos természeti és szociológiai tényező befolyásolja, hogy az ott lakók miként gondozzák kertjeiket. Több esetben a telek méretéből is következtetni lehet az egyes ingatlanok művelésére. Ez alapján Bocskaikert a foghíjtelkekre épült házak alapterülete miatt alig marad szabad hely a kertnek, így a térkövezett gépkocsibeálló mellett csak a minimális törődést igénylő sziklakert, egy-két tujafa képviseli a természeti környezetet. Pallagon a nagyobb telekméret ellenére is ezt a művelési formát választják a családok. Ezzel ellentétben leginkább a bocskaikerti népesség körében a zöldségtermesztés is megfigyelhető, mely egyrészről egészségtudatosságra, másrészt a kevésbé tehetős lakosság körében anyagi kényszerre vagy épp családi hagyományokra enged következtetni. Bocskaikertben a víkendházakhoz köthetően a szőlős- és gyümölcsöskertekben ma is intenzív gazdálkodás folyik. Gyakran a kertek szinte egész területét szőlővel vagy gyümölcsfákkal ültették be.

A legközelebbi szomszéd index kiszámítását Bocskaikert földrészletein az építési évtized és a területhasználat kategóriáin végeztem el. Ez a módszer nem alkalmazható Pallag esetében, mivel az alacsony elemszám miatt nem kapnánk releváns értékeket.

A számításba Bocskaikert összes földrészletét bevontam. Arra kerestem a választ, hogy a kategóriák között felfedezhető-e egyfajta rendezettség, hogy azok koncentráltan vagy teljesen véletlenszerűen helyezkednek-e el.

Megállapítható, hogy néhány érték kivételével a kapott index nem haladja meg az 1-et. Ebből az a következtetés vonható le, hogy az egyes kategóriák mind az építési évtized, mind a területhasználat szerint térben leginkább véletlenszerűen helyezkednek el, eloszlásuk semmiféle szabályszerűséget nem mutat. A házak építési idejét vizsgálva látható, hogy a 0,8-at el nem érő értékek, így az 1970-es és a ’90-es években épült házak, egyfajta koncentráltságot mutatnak. A korábban, 1950 előtt és a ’60-es években épült házak esetében 1 feletti értéket kaptam, melyek már a szabályos elrendeződés irányába mutatnak. Ehhez hasonlóan a területhasználatnál a gyümölcsöskertek mozdulnak el a szabályos elrendeződés irányába, míg a többi típus esetében az értékek inkább egy koncentráltabb, egységesebb elrendeződésre utalnak. *(1. táblázat)*

1. táblázat Bocskaikert építési évtized és területhasználati kategóriák szerinti legközelebbi szomszéd indexe (saját szerkesztés)

kategória	érték	kategória	érték
1950 előtt	1,3705	díszkert	0,8195
1950–1959	0,8919	gyümölcsös	1,0159
1960–1969	1,0702	konyhakert	0,8577
1970–1979	0,7519	mezőgazdaságilag használt	0,9318
1980–1989	0,8412	szabad zöldfelület	0,9285
1990–1999	0,7975	szőlős	0,9482
2000–2009	0,8617	vegyes	0,8202
2010 után	0,9008		

Összegzés

Vizsgálataim színterét egymás szomszédságában fekvő település, illetve településrész jelentette. A térbeli közelség és a hasonló adottságok ellenére azonban teljesen eltérő fejlődési utat jártak be a szuburbanizáció folyamatának betudhatóan, melyeket vizsgálataim is alátámasztottak.

Az eredmények alapján látható, hogy Bocskaikertben nem különíthető el egy régi településmag, vagy egy hasonló típusokkal, közel azonos korban beépített településrész. Szembetűnő a mozaikosság, a telekaprózódásból adódóan a különböző korokban épített eltérő típusú épületek színes foltokként jelennek meg, míg Pallagon éppen ezek ellenkezője mondható el. Napjainkban is látszik az eredeti településközpont, illetve megfigyelhető az ettől való távolodással járó területnövekedés.

Emellett a területhasználatban is látszanak a különbségek. Bocskaikert esetében napjainkban is megfigyelhető a szőlő és gyümölcsös kert, valamint a konyhakert művelése, és csak kisebb arányban jellemző a megtervezett, rendszeresen gondozott díszkert. Ezzel ellentétben Pallagon szinte csak ilyen típusú területhasználattal találkozunk. Ebből is látható, hogy a szuburbanizáció Pallagon látványosabban jelentkezik, illetve más típusú fejlődési utat járt be.

Bocskaikert a település önállóvá válását követően új funkciót nyert, egyfajta kertvárosként tekintenek a településre. Így a település lakossága az erős agglomerációs hatás következtében állandó ütemben növekszik, mellyel azonban az önkormányzat nehezen tud lépést tartani. Bocskaikert műszaki és intézményi infrastrukturális fejlesztésekre szorul, azonban csendességével, tiszta levegőjével így is csalogató a nagyvárosból menekülő emberek számára.

Felhasznált irodalom

Dorogi Z. (2009): Debrecen–Felsőjózsa városrész településmorfológiai vizsgálatának eredményei. OTDK pályamunka. Debreceni Egyetem TTK Társadalomföldrajzi és Területfejlesztési Tanszék, Debrecen, 58 p.

Pfening V. (2010): A legközelebbi szomszéd analízis alkalmazásának problémái és lehetőségek a módszer kiterjesztésére. Területi Statisztika. 50. évf. 1., 22–33.

Süli-Zakar I. (1996): Debrecen gazdaságának és településszerkezetének történeti-földrajza – In: Süli-Zakar I. (szerk.): Tanulmányok Debrecen városföldrajzából II. KLTE Társadalomföldrajzi Tanszék, Debrecen, pp. 149–265.

Timár J. (1994): A szuburbanizáció néhány elméleti kérdése és alföldi vonásai. Kandidátusi értekezés, Békéscsaba, 133 p.

Járatoptimalizálás térinformatikai vonatkozásai

Chrabák Péter[1] – Ladányi Richárd[2]

[1] tudományos munkatárs, Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft., peter.chrabak@bayzoltan.hu
[2] tudományos munkatárs, Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft., richard.ladanyi@bayzoltan.hu

Abstract: The vehicle routing problem (VRP) is one of the hot topics in the operation research community, due to its potentially feasible relevancy in the practice of logistic related activities. The aim of the article is to give some historical and mathematical background for the topic of VRP, its relations to other mathematical problems and give a short summary on the available spatial informatics related solutions, both on open-source and license fee base. The article makes comparison from the point of the user knowledge, financial abilities and the level of problem to be solved and introduces some examples for both options.

Bevezetés

A „járatoptimalizálás" mint fogalom a hétköznapi értelemben az élet sok területén értelmezett: így pl. a tömegközlekedés, a postai-, áruszállítási-, ügynöki (felkeresési) feladatok elvégzése, vagy akár a hulladékgyűjtés esetén egyaránt. Az azonban látható, hogy a felsorolt példák céljukat tekintve jelentősen eltérnek, mivel mindegyikhez más-más – az adott probléma szemszögéből specifikus - attribútumok figyelembevétele szükséges. A legegyszerűbb eset a probléma gyökereként számontartott ügynöki feladat, melynek célfüggvényét a meglátogatandó pontok lehető legrövidebb úton történő felkeresése jelenti. Ezen probléma továbbfejlesztése esetén, mint például a tömegközlekedés tervezése, további szempontként felsorakozik többek közt az utazóközönség igényeinek lehető legjobb kiszolgálása, az egyes megállóhelyeken le- és felszálló utasok száma, vagy a tömegközlekedési eszköz férőhelyeinek (kapacitások) figyelembevétele, stb. Még ettől is összetettebb feladatot jelent a hulladékgyűjtés járatoptimalizálása, ahol szemponként jelenik meg a leginkább költséghatékony gyűjtés megvalósításának igénye, az egyes pontok korlátozott elérhetősége a hulladékgyűjtés szempontjából (időablakok), pl. forgalmi csomópontok közelében élők kiszolgálása csúcsidőn kívül, üzletek esetén a nyitvatartási idő, stb. A leginkább költséghatékony megoldásra számos példánál (ez utóbbi esetekben különösen) jelentős befolyása lehet a szezonális ingadozásnak. Látható tehát, hogy a járatoptimalizálás egy tág fogalom, azonban az azzal kapcsolatos valós feladatok megértésére és –

legtöbb esetben közelítő - megoldására a matematikai háttér ismerete révén nyílik lehetőség.

Gráfelméleti alapok

A járatoptimalizálás problematikája az angol nyelvű nemzetközi szakirodalomban Vehicle Routing Problem (VRP) néven ismert. A VRP a matematika kombinatorika területéhez tartozó gráfelmélet klasszikus alapproblémájára, a königsbergi hidak problémájára vezethető vissza: a poroszországi Königsberg (napjainkban Kalinyingrád, Oroszország) városában hét híd ívelt át a várost átszelő Prégel folyón úgy, hogy két szigetet is érintettek (*1. ábra)*. A königsbergiek azzal a kérdéssel fordultak Eulerhez, hogy hogyan tudnának végigmenni az összes hídon úgy, hogy mindegyiken csak egyszer haladnak át, és egyúttal a kiindulópontba érjenek vissza. 1736-ban Euler bebizonyította, hogy ez lehetetlen.



1. ábra A königsbergi hidak problémája és Euler értelmezése (forrás: Wikipedia)

A fenti ábrán (*1. ábra)* látható Euler magyarázata, ahol a feladatot csomópontok és élek alkalmazásával tette szemléletesebbé. Felismerte, hogy a probléma nem a hidak konkrét (földrajzi) elhelyezkedésében rejlik, hanem az adott partszakaszhoz (csomópont) kapcsolódó hidak (élek) számában keresendő. Ezt a felismerést tekinti egyébként a matematika története a topológia szemlélet legkorábbi megjelenésének.

Euler megoldása szerint a csomópontokból és élekből alkotott gráf akkor járható be a fent definiáltak szerint, ha a gráf minden egyes csomópontjához tartozó élek száma (a csomópont fokszáma) páros. A bejárás ezen útvonalát ezért zárt **Euler-gráfnak** nevezték el. A feladat egyszerűsítése a nyitott Euler-gráf, amikor a bejárás kezdő és végpontja nem kell, hogy egy csomópontra essen. Ennek matematikai feltétele, hogy a páratlan fokszámú csomópontok száma nulla, vagy kettő. Ez utóbbi esetben a két páratlan fokszámú csomópont jelenti az útvonal kezdő- és végpontját.

A königsbergi-hidak problémájához hasonlóak, de definíciójukban eltérőek az **élbejárási feladatok** (angol szaknyelvben Arc Routing Problem,

röviden ARP), ahol a gráf minden egyes éléhez egy nemnegatív értékű költség (pl. távolság, idő, mennyiség, stb.) tartozik. Ezek közül a legismertebb a „kínai postás probléma" (Chinese Postman Problem, CPP), melyet 1962-ben Kwan Mei-Ko, kínai matematikus fogalmazott meg: hogyan lehet egy adott gráf összes élét legalább egyszer érintve, a legkevesebb költség mellett bejárni. Ennek másik változata, az 1974-ben, Orloff által definiált feladat, a „vidéki postás probléma" (Rural Postman Problem), amelynek során a gráf éleinek egy adott részhalmazán kell a feladatot végrehajtani (egyszeri bejárás, minimális költségek mellett), tehát a feladatban már megjelenik a kiindulási és célállomásokhoz (telephelyekhez, depókhoz) kötött, több, bejárást végző „postással" történő kiszolgálás igénye. Amennyiben a postásokhoz már (szállító) kapacitásokat is rendelünk, akkor súlyozott élbejárási problémákról (Capacitated Arc Routing Problem, röviden CARP) beszélünk, melyet először Golden és Wong fogalmazott meg, 1981-ben.

A gráfok élbejárási problémáiból vezethetők le a másik nagy csoportot jelentő **csúcsbejárási feladatok**, ahol – a fentiekkel ellentétben – a csomópontokat kell végigjárni az élek helyett (Vehicle Routing Problem - VRP). A kapacitásokkal ellátott csomópontok esetén a feladat súlyozott bejárási problémaként ismert (Capacitated Vehicle Routing Problem – CVRP). Bebizonyították, hogy a CARP és VRP egymásba kölcsönösen átalakítható feladatok (Golden, B.L. et al. 1981), azonban CARP-VRP transzformáció esetén változók rögzítésére, vagy végtelen költségű élek definiálása szükséges, amelynek eredménye a kiindulási állapothoz képest egy még nagyobb, nehezebben megoldható gráf.

Matematikai megoldások

Könnyen belátható, hogy az optimális (jellemzően a leginkább költséghatékony) megoldás megtalálásának gyakorlati esélye a figyelembe veendő paraméterek és a gráf elemeinek a számával a kombinatorikus robbanás miatt egyre kisebb, hiszen a modell teljes állapotterének bejárásához, még az egyre nagyobb számítási teljesítményű számítógépek ellenére is, valószerűtlenül nagy időre lenne szükség.

Mindezek ellenére a matematika a gyakorlati élet számos területén felmerülő igény miatt nem tett le a megoldások kereséséről, így azokat különféle algoritmusokkal próbálják megtalálni. Az algoritmusok értelmezésére számos definíció született. Hétköznapi értelemben az algoritmus „egy pontos szabályok szerint elvégzett elemi műveletekből álló műveletsor, ahol az intuíciónak nincs szerepe" (Demetrovics J. et al.).

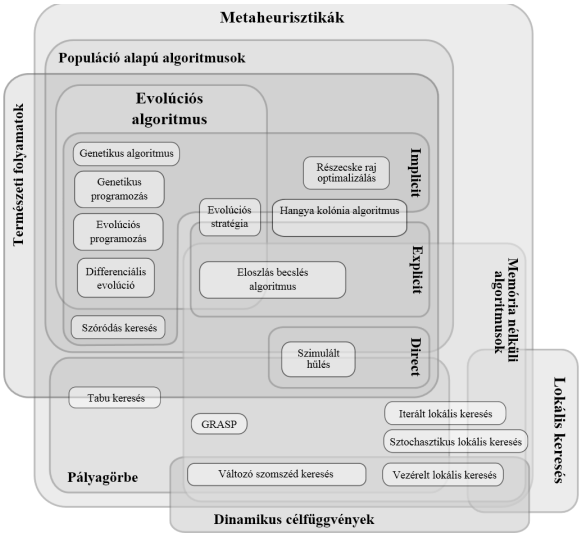
Egy algoritmus önmagában azonban sok szempontnak kell, hogy megfeleljen az alkalmazhatóságának érdekében. Akkor beszélünk strukturáltan helyes algoritmusról, ha az alábbi követelmények teljesülnek (Aszalós L. et al. 2011):

- Végesség: Az algoritmus futása véges sok lépés után befejeződik.
- Meghatározottság: Az algoritmus minden egyes lépésének pontosan definiáltnak kell lennie.
- Bemenet/Input: Az algoritmus vagy igényel, vagy sem olyan adatokat, amelyeket a végrehajtása előtt meg kell adni. Az input mindig bizonyos meghatározott halmazból kerülhet ki.
- Kimenet/Output: Az algoritmushoz egy vagy több output tartozhat, amelyek meghatározott kapcsolatban állnak az inputtal.
- Elvégezhetőség: Elvárjuk, hogy az algoritmust végre lehessen hajtani, azaz a végrehajtható utasítások elég egyszerűek ahhoz, hogy egy ember számítógép használata nélkül is véges idő alatt pontosan végrehajthassa.
- Univerzális: Az algoritmusnak működnie kell tetszőleges (meghatározott feltételeknek megfelelő) bemeneti értékek esetén.

Egy algoritmus esetén a felsorolt követelményeknek való megfelelést követően még mindig fennáll a kérdés, hogy vajon a jól feltett kérdésre jó választ is szolgáltat-e? Algoritmus szempontjából természetesen jó válaszról kell beszélni, hiszen annak strukturált helyességéből adódóan minden egyes lépése helyes. Azonban ha a problémára adott válasz helyességét vizsgáljuk, már nem lehet egyértelmű kijelentést tenni: egy algoritmus akkor helyes, ha matematikailag igazolható, hogy minden bemeneti adatra a kívánt (helyes) eredményt szolgáltatja. **Determinisztikus algoritmusokról** beszélünk amennyiben magát az eredményt ki is tudjuk számítani és nem determinisztikusról, ha csak az eredmény helyességét tudjuk ellenőrizni. Azokat a feladatokat, melyeket polinomiális idő alatt algoritmikusan meg tudunk oldani P-vel, azokat, melyeknél csak a megoldás helyességét tudjuk polinomiális idő alatt ellenőrizni, NP-vel jelöljük. Ebből adódik, hogy egy megoldás birtokában annak helyessége könnyen ellenőrizhetővé válik, azonban a megoldást nyújtó algoritmus nem minden esetben áll rendelkezésre, tehát minden P része NP-nek. Ebből adódik a matematika egyik nagy kérdése, hogy vajon vannak-e NP-nek olyan elemei, amelyek nincsenek P-ben, azaz nem létezik rájuk polinomiális idő alatt megoldható algoritmus. Az NP-ben lévő feladatok közül egy probléma NP-nehéz, ha megoldását ellenőrizni könnyű, de előállítani nehéz, mivel a megoldásához szükséges idő - a feladat méretével - polinomiális függvényhez képest gyorsabban (exponenciálisan) növekszik.

A súlyozott bejárási problémák – így a CARP és a VRP is - bizonyítottan NP-nehéz feladatok (Golden, B.L. et al. 1981)Tehát nem létezik rájuk polinomiális időben megoldást eredményező algoritmus. Ennek ellenére léteznek olyan, ún. **heurisztikus algoritmusok**, amelyek bár nem garantálják az optimális megoldást, de eredményeik jól közelítik azt és mindezt értelmezhető idő alatt teszik, így gyakorlati szempontból kielégítőek. Klasszikusnak tekinthető megoldások alakultak ki a CARP feladatra az 1980-as években (pl: Path-Scanning, Augment-Merge, Construct and Strike). Az utóbbi két évtizedben kerültek az érdeklődés középpontjába, a kombinatorikus optimalizálási NP-nehéz feladatok hatékonyabb megoldását eredményző, ún. **metaheurisztikus algoritmusok**. Ezek a heurisztikus algoritmusok olyan univerzális és robosztus csoportját alkotják, melyek nem csak egy adott, specifikus feladat megoldására alkalmasak. Ezek az eljárások az alapvető heurisztikákat egy magasabb szintű (meta) keretbe foglalják, amely révén feladatok szélesebb körére alkalmazhatóak. A magasabb szintű keretben kerül kiválasztásra a heurisztikus keresést vezérlő elvek valamelyike, amely aztán vezérli a különféle heurisztikus keresési eljárásokat, így hatékonyabban járva be az állapotteret.

A meta-szinten definiált elvek jellemzően a természetben megfigyelhető folyamatokat szimulálva vezérlik a heurisztikus algoritmusokat, így pl. a genetikus algoritmusok az evolúció (szelekció)-, a szimulált lehűlés a rendezetlenség, valamint a legújabb BB-BC (Big Boom and Big Crounch) ősrobbanás és a fekete-lyukak jelenségét utánozzák. A metaheurisztikus eljárások számosságát és azok összefüggéseit a *2. ábra* foglalja össze.



2. ábra A metaheurisztikus algoritmusok csoportosítása (forrás: Wikipedia)

Járatoptimalizálás a térinformatikában

A számítógépek elterjedése és a hardvereszközök számítási teljesítményének növekedése a térinformatika számára is új dimenziókat nyitott meg: hatalmas mennyiségű adat feldolgozása és megjelenítése felgyorsult, aminek eredményeként a felhasználási lehetőségeik is kibővültek. Ez történt a járatoptimalizálási feladatok algoritmizálása területén is: egy matematikai probléma megfelelő absztrakciós szinten (akár heurisztikusan) megtalált megoldásai (vagy annak közelítései) a valós életben jelentős megtakarítást eredményezhetnek.

A feladatokra válaszokat kínáló megoldások csoportosítására gyakorlati szempontból a feladat jellege, valamint a felhasználó ismeretei (igényei) alapján nyílik lehetőség. Ez a csoportosítás a járatoptimalizálási feladatok megoldását kínáló szoftverek terén is elvégezhető: az egyik csoportot a nyílt forráskódú algoritmusok és azokat kiszolgáló adatstruktúrák rendszerezett gyűjteményei (LEMON, LEDA, BGL, stb.) alkotják, a másik csoportot pedig a dobozos célszoftverek (ArcGIS-től a Network Analyst és RouteSmart kiegészítők, OpenDoor Logistics, TransIT, stb.) jelentik. A két csoport közötti fő különbségek és előnyeik az alábbiak (*1. táblázat*) szerint foglalhatóak össze.

A fentiek alapján látható, hogy a probléma megoldására rendelkezésre álló lehetőségek közül a megfelelő kiválasztását sok tényező befolyásolja. Bár heurisztikus eljárások révén egyik esetben sem garantált a matematikailag legjobb megoldás, azonban a gyakorlati életben már meglévő rendszer működtetésének költségeitől alacsonyabb költségű (optimálisnak nevezhető) alternatíva megtalálása valószínűsíthető.

Nyílt forráskódú algoritmus gyűjtemények

Az operációkutatással foglakozó közösség egyik legismertebb gyűjteménye a hazai fejlesztésű LEMON („**L**ibrary for **E**fficient **M**odeling and **O**ptimization in **N**etworks”). A LEMON hálózatok modellezését és optimalizálását szolgáló algoritmusok és gyakoribb adatstruktúrák nyílt forráskódú, C++-ban írt gyűjteménye. A programozott algoritmusok template-ként szolgálnak a konkrét-, jellemzően kombinatorikus megoldást igénylő optimalizálási feladatok megoldásához.

A LEMON kifejlesztése a hazai MTA-ELTE Egerváry Jenő Kombinatorikus Optimalizálási Kutatócsoportjának nevéhez fűződik. Első változata 2004-ben jelent meg, azóta több verzió is napvilágot látott, melyekben

folyamatosan javítják, ill. bővítik az algoritmuskészletet. A LEMON az adatstruktúrák és algoritmusok mellett kisegítő funkcióként tartalmaz grafikus felületet, mely a gráfok megjelenítése és szerkesztése érdekében önálló grafikus formátumot alkalmaz (LGF – LEMON Graph Format).

A LEMON-hoz hasonló, C++-ban fejlesztett algoritmus és adatstruktúra gyűjteményt kínál még a német fejlesztésű LEDA (Library of Efficient Data Types and Algorithms), valamint a BGL (Boost Graph Library).

1. táblázat a járatoptimalizálási célú informatikai megoldások összehasonlítása

Nyílt forráskódú algoritmusok gyűjteménye	**Célszoftverek**
Mélyebb matematikai, számítástechnikai ismeretet igényel	✓ Alkalmazása kevésbé igényli a mélyebb ismereteket
Adott feladat megoldása időigényes (modellépítés)	✓ A modell építés időigénye a bemeneti adatok hozzáférhető beállításának függvénye, azonban gyorsan elvégezhető
Az eredmények megjelenítése (grafikai, struktúrált riportok) külön fejlesztést igényel	✓ Beépített modulok az eredmények grafikus és riportjellegű megjelenítésére
✓ Szabadon paraméterezhető, az adott feladatra jobban konfigurálható, paraméterezhető	A konfigurálási lehetőségek kötöttek, beépített kapcsolók
✓ Általános, több feladat(típus) elvégzésére alkalmas	Egy adott feladat(típus)ra optimalizált megoldás
✓ A működés minden lépése nyomonkövethető	A megoldási algoritmusok beépítettek (fekete-doboz), nem nyilvánosak
✓ Programozási hiba keresése, benchmarking kivitelezhető	Algoritmus működése az eredmény szempontjából nem nyomonkövethető
✓ Olcsóbb megoldás (ingyenes)	Drágább megoldás

Nyílt forráskódú algoritmus gyűjtemények

Az operációkutatással foglakozó közösség egyik legismertebb gyűjteménye a hazai fejlesztésű LEMON („**L**ibrary for **E**fficient **M**odeling and **O**ptimization in **N**etworks”). A LEMON hálózatok modellezését és

optimalizálását szolgáló algoritmusok és gyakoribb adatstruktúrák nyílt forráskódú, C++-ban írt gyűjteménye. A programozott algoritmusok template-ként szolgálnak a konkrét-, jellemzően kombinatorikus megoldást igénylő optimalizálási feladatok megoldásához.

A LEMON kifejlesztése a hazai MTA-ELTE Egerváry Jenő Kombinatorikus Optimalizálási Kutatócsoportjának nevéhez fűződik. Első változata 2004-ben jelent meg, azóta több verzió is napvilágot látott, melyekben folyamatosan javítják, ill. bővítik az algoritmuskészletet. A LEMON az adatstruktúrák és algoritmusok mellett kisegítő funkcióként tartalmaz grafikus felületet, mely a gráfok megjelenítése és szerkesztése érdekében önálló grafikus formátumot alkalmaz (LGF – LEMON Graph Format).

A LEMON-hoz hasonló, C++-ban fejlesztett algoritmus és adatstruktúra gyűjteményt kínál még a német fejlesztésű LEDA (Library of Efficient Data Types and Algorithms), valamint a BGL (Boost Graph Library).

Célszoftverek

A tipikusnak tekinthető járatoptimalizálási feladatok (pl. gyűjtés, vagy kiszállítás, mérőóra-leolvasás, stb.) elvégzésére a piaci igények mentén viszonylag könnyen alkalmazható, az adott rendszerek aktuális működésétől jobb megoldást kínáló szoftverek készültek, amelyek mindegyike támogatja az eredmények könnyebben értelmezhető-, grafikus és táblázatszerű megjelenítését is a felhasználó számára.

ArcGIS

Egy 2014-ben megjelent, független piacelemző cég által készített tanulmány (ARC Advisory Group 2014.) szerint a világ térinformatikai piacvezetője. Nem meglepő ezért, hogy a cég a járatoptimalizálás területén is kínál megoldásokat: egyik ilyen megoldás az ArcGIS platform egyik, a hálózatok elemzését támogató Network Analyst kiegészítője, valamint az előbbiek alá további modulként telepíthető RouteSmart, amely a Network Analyst funkcionalitását bővíti ki további specifikus feladatokra testreszabottan (útkarbantartási feladatok, ciklikusság, többszintű járműkapacitások kezelése, pénzügyi költségek kezelése, nagyobb számú kiszolgálási pontok kezelése, eredmények jelentésszerű megjelenítése, stb.).

OpenDoor Logistics

Az Open Door Logistics egy brit vállalkozás terméke, célja a szállítmányozási logisztika stratégiai szintű tervezésének támogatása

mesterséges intelligenciával és számítástechnikai megoldásokkal, pl. az adatbányászat, prognózisok, optimalizálás, ütemezés és járattervezés területén.

A program a jsprit nevű-, Java-alapú-, nyílt forráskódú eszköztárat használja a járatoptimalizálási (VRP) megoldásai során. Eredményei az optimalizált járatok valós útjellemzőket tartalmazó gráfokon való meghatározása, és statisztikus (futási idők, megtett távolságok) jellemzése. A számítási eredményeket képes navigációra alkalmas, szekvencialistát tartalmazó riport fájlba is kimenteni. Az úthálózati gráf felépítéséhez OpenStreetMap állományokat használ.

TransIT

Az Aacheni Egyetem létrehozott spin-off vállalkozás, a 15 éves múlttal rendelkező németországi GTS Systems and Consulting GmbH által kínált járattervező megoldás, amely egy az (egyik piacvezető) AIMMS nevű-, matematikai modellező szoftver alá fejlesztett járatoptimalizáló modul.

A szolgáltatásuk nem csak a modul eladására terjed ki, hanem az igények alapján történő optimalizálásra, annak alapján történő egyedi modellek létrehozására is vállalkoznak. Az AIMMS előnye, hogy a modellek építését és a hibakeresést nagy mértékben segíti a beépített Debugger és Math Program Inspector.

Összefoglalás

A mindennapi élet során a költséghatékony működésre való törekvés egyéni és szervezeti szinten természetes igény. Ez a megállapítás méginkább helytálló logisztikai tevékenységet végző vállalkozások esetén, ahol a költségek jelentős részét valamilyen, a logisztikával kapcsolatos elem teszi ki.

A komplex, jól definiált rendszerhatárok mentén felépített matematikai-térinformatikai modellen végzett vizsgálatokkal lehetőség van a meglévő gyakorlattól eltérő, de költséghatékonyabb működtetési alternatíva megtalálására, ezen túlmenően pedig olyan feltételezett állapotok vizsgálatára is, amelyekkel kapcsolatosan a gyakorlati életben történő kísérletezésére nincs lehetőség (pl. központi depó áthelyezése, hulladékgyűjtés esetén a szolgáltatási pontok felkeresési napjainak, gyakoriságnak a megváltoztatása, stb.), melyek eredményei a döntéshozást nagymértékben támogatják.

Felhasznált irodalom

B.L. Golden,–R.T. Wong (1981): Capacitated arc routing problems. Networks, 11 pp. 305–315.

Demetrovics J.–Katona Gy.: Az algoritmusok bonyolultsága http://www.termeszetvilaga.hu/kulonsz/k002/algoritmus.html

Aszalós L.–Herendi T. (2011): Algoritmusok http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0046_algoritmusok/adatok.html

ARC Advisory Group (2014): Geographic Information Systems http://www.arcweb.com/market-studies/pages/geographic-information-systems.aspx

A Tiszafüred-Kunhegyesi sík szántóinak lehatárolásaés szerves szénkészletének becslése

Czimbalmos Róbert[1] – Hatházi Ágnes[2] – Zsembeli József[3]

[1] tudományos munkatárs, DE ATK Karcagi Kutatóintézet, rczimb@agr.unideb.hu
[2] egyetemi hallgató, DE MÉK, hathaziagnes@gmail.com
[3] tudományos főmunkatárs, DE ATK Karcagi Kutatóintézet, zsembeli@agr.unideb.hu

Abstract: The main goal of our study is to determine the organic carbon stocks of the croplands in the Tiszafüred-Kunhegyes Plain geographical microregion of Hungary. The first step of the calculations was the spatial delimitation of the investigated microregion by means of national GIS data bases creating our own data base containing the map coverages needed for the calculation of the carbon stocks. The second step was the determination of the cropland areas for each settlement belonging to the microregion. Then the organic carbon stocks of the specific soils of the croplands of the microregion could be calculated by two calculation methods. We established that the carbon stock calculations based on the AGROTOPO data base are more accurate characterizing the area better compared to the calculations with the IPCC methodology based on default reference data, though this latter method provides sufficient data as well if no other data sources are available. The carbon stock values calculated for the settlements of the microregion cannot be considered high, so the application of conservation tillage including soil cultivation without ploughing and higher organic matter input is suggested.

Bevezetés

A globális felmelegedés oka a Föld légkörében jelentkező üvegházhatás erősödése, amit az üvegházhatású gázok koncentrációjának növekedése okoz. A Föld és környezete egy nagy üvegházhoz hasonlóan viselkedik: a levegőben lévő gázok, a vízpára elnyelik az infravörös sugarakat, így a meleg az „üvegházon" belül reked. A földfelszín jelenlegi átlaghőmérséklete 15ºC. Ha a légkör teljesen átjárható lenne az infravörös sugarak számára, ez az érték lényegesen alacsonyabb, kb. -15ºC lenne (Lal et al. 1998; Reicosky, 1998). Az éves középhőmérséklet világszerte növekszik, Európában az elmúlt tíz év folyamán 0,3-0,6ºC-os emelkedés figyelhető meg. Számos klímamodell alapján azonban a hőmérséklet további növekedése prognosztizálható (EEA, 1998), ennek fő oka a fosszilis eredetű anyagok elégetése során keletkező szén-dioxid légkörbe kerülése. Mérsékelhető a klímaváltozás a talajban történő szénmegkötés segítségével. A talajban található organizmusok segítségével végbemenő szervesanyag-lebomlás során szén szabadul fel, amely a talajban megkötődik talajalkotó szerves anyagok formájában. A Kiotoi Jegyzőkönyv keretében a 15 akkori tagország a szén-dioxid ekvivalens csökkentésének 2008-2012 között történő, 8%-os csökkentése mellett kötelezte el magát.

Ennek elősegítésére az első Európai Éghajlatváltozási Program (EÉVP) új módszereket dolgozott ki, vizsgálta a talaj szénmegkötésben játszott szerepét. Az első EÉVP jelentés évi 60-70 millió tonnára becsülte a mezőgazdasági művelésű talajban megkötheto széndioxid (ekvivalens) mennyiségét. A mezőgazdasági földterületeken és erdőkben történő szénmegkötés célja egyrészt az éghajlatváltozás elleni harc, másrészt a talajminőség javítása . A szénmegkötés ezért a 2005-ben második programját kezdő EÉVP kulcseleme maradt (Marmo L. 2008).

A talajban a szerves anyagok állandó átalakulásban vannak. Az összes humusztartalmat, a humuszanyagok egymáshoz viszonyított arányát az szabja meg, hogy a humifikáció és a mineralizáció milyen mértékben érvényesülhet. A körülmények változásával (pl. az ősállapotú talaj művelésbe vétele) megváltozik a szerves anyagok felhalmozódásának és lebomlásának erőssége, s így mindaddig változik a talaj humusztartalma és a humusz minősége is, míg az adott körülményeknek megfelelően újabb egyensúlyi állapot ki nem alakul. A talajhasznosítás módja, a növénytermesztési technológia is hatással van a talaj szervesanyag-gazdálkodására (Filep. 1999).

A humuszanyagok a környezeti rendszerekben a szervesanyag mineralizáció köztes termékeinek tekinthetők, kémiai degradációval szemben viszonylag ellenállóak, így a természet legelterjedtebb nem élő szerves anyagai; a Biológiai Lexikon (1975) megfogalmazása szerint "aromás karakterű háromdimenziós kolloidális rendszerek", állapotváltozásaik meghatározzák viselkedésüket a környezeti rendszerekben. A humuszképződés eltérő körülményei, a szerves maradványok és a lehetséges reakciók sokfélesége következtében a humuszfrakciók kémiai, szerkezeti inhomogenitása extrém nagy (Tombácz. 2003). A talajok természetes termékenysége nagymértékben függ a talajképződés körülményeitől. A legtermékenyebb talajok közös sajátsága a Ca-mal telített, jó minőségű humusz (Ca-humátok), valamint az ezzel együttjáró morzsás, porózus szerkezet, a megfelelő tápanyagellátottság. A humuszanyagok döntő szerepet játszanak a talajok szerkezetének kialakulásában, a talaj tápanyaggazdálkodásának, hő- és vízgazdálkodásának szabályozásában. Mivel a huminsavaknak a kétvegyértékű fémionokkal alkotott sói vízben nem oldódnak, a Ca-humátok által összeragasztott aggregátumok vízállóak és porózusak. Emellett a szerves maradványokat bontó mikoroorganizmusok nyálkaanyagainak és egyes bomlástermékeknek is jelentős szerkezetstabilizáló hatásuk van.

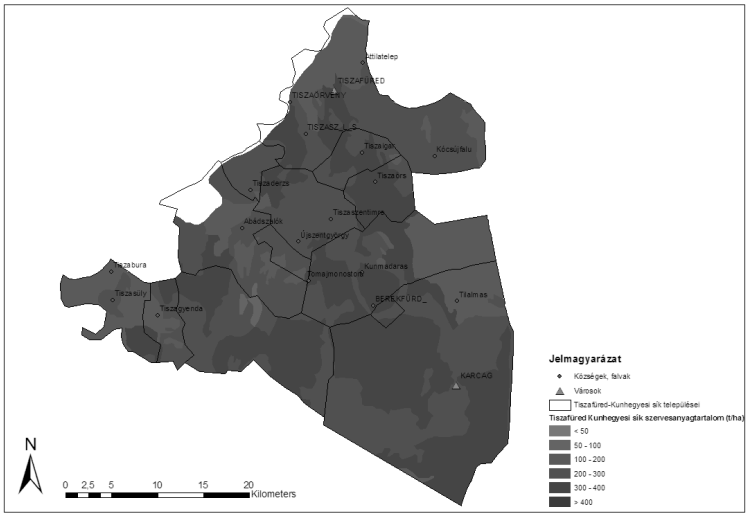
Igen jelentős szerkezetkialakító tényező a szerves és az ásványi kolloidok összekapcsolódásával létrejött agyag-humusz komplexum mennyisége és minősége. A humusz tehát a stabil, porózus szerkezet biztosításával kedvezőbbé

teszi a talaj vízgazdálkodását, csökkenti tömörödési hajlamát, és fékezi a felület elporosodását (Stefanovits 1999). Gazdálkodási és környezetvédelmi szempontból egyaránt fontos, hogy a talaj mikrobiológiai tevékenységének tudatos szabályozásával előnyösen befolyásolhatók a humuszgyarapító- és bontó folyamatok, egyúttal a tarlómaradványok feltáródása, fenntartható a talaj kultúrállapota és művelhetősége (Birkás 2002). A forgatás nélküli talajművelési rendszerekben igen fontos tényező a talaj felszínén megmaradó növényi maradványok lebomlása (Quemada és Cabrera. 1995). A hagyományos művelést felváltó, a talajt védő művelési módszerekkel jelentős mértékben javítható a talaj kémiai, fizikai és biológiai állapota (Gyuricza és Birkás. 2004). Ezt a tényt a világon sok helyen tapasztalták (Doran. 1980; Beare et al. 1994). Ezzel ellentétben a bolygatatlan talajba kerülő szervesanyagok széntartalmának 2/3 része széndioxiddá oxidálódva a levegőbe kerül (Zsembeli et al. 2005).

Anyag és módszer

A Tiszafüred-Kunhegyesi sík szántóinak lehatározása:

A földrajzi kistáj digitális térképi megjelenítését, lehatárolását ArcGIS 9.2 vektoros térinformatikai szoftverrel végeztük. Felhasznált GIS adatbázisok: OTAB, CORINE felszínborítási adatbázis, Magyarország földrajzi kistájai, AGROTOPO genetikus talajtípus adatbázis. A fedvények beolvasása után két alapvető térinformatikai művelettel dolgoztunk: az „Extract" opción belül a „Select" és a „Clip" műveleteket használtuk.



1. ábra A települések szervesanyagtartalom fedvénye

Elkészítettük a földrajzi kistájhoz tartozó 13 település közigazgatáshatáros fedvényét; ezt alapként használva lehatároltuk a települések szervesanyagtartalom (*1. ábra*), illetve szántóterületek fedvényeit (*5. ábra*). Ezek felhasználásával a települések külterületein található szántóterületeken belül a szervesanyag-kategóriák poligonjainak területeit határoztuk meg és összegeztük ezeket, kategóriánként. A pontos szántóterületek adatainak ismeretében kezdődhet el a 13 település külterületén található szántók szénkészletének meghatározása.

A talaj szénkészletének számítása az IPCC módszer szerint

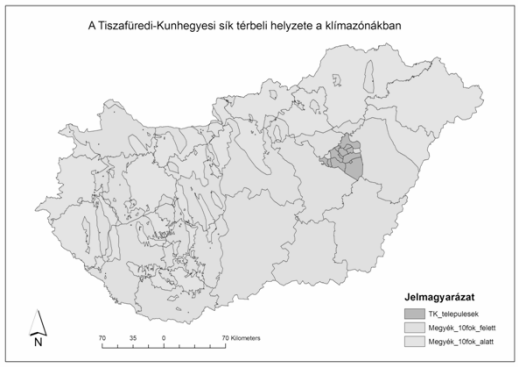
Az IPCC metodika használata során az abban beállított alapparaméterekkel dolgoztunk, de nem a szervesanyag készlet változását, hanem a vizsgált kistáj talajainak szerves C-készletét határoztuk meg, illetve hasonlítottuk össze a térképi adatbázisban szereplő szervesanyag tartalom értékeken alapuló módszer alkalmazásával kapott eredményekkel. Az IPCC módszertannal történő számítás során beállított alapparaméterek: ország (country), éghajlat típus (climate region), talajtípus (native soil type). Ezen tényezők beállítása során a program egy becslést ad az adott talaj jelenlegi szénkészletéről (existing carbon stock) MgC/ha dimenzióban (t/ha).

a. Az éghajlat-típus meghatározása: az IPCC metodika szerint Magyarország teljes területét két klímazóna fedi le:

1. mérsékelten hideg, száraz (Cold Temperate Dry), ahol az éves középhőmérséklet 10°C alatti és az éves csapadékmennyiség kevesebb, mint a potenciális evapotranszspiráció mértéke,
2. mérsékelten meleg száraz (Warm Temperate Dry), ahol az éves középhőmérséklet 10°C feletti és az éves csapadékmennyiség kevesebb, mint a potenciális evapotranszspiráció mértéke.

A vizsgált kistáj szántóinak klímazónák szerinti besorolását, az egyes éghajlati zónák területi kiterjedésének meghatározását az Országos Meteorológiai Szolgálat térképi adatbázisai alapján végeztük el. A kistáj teljes területe a mérsékelten meleg, száraz klímazónába esik (*2. ábra*).

b. A vizsgált régió talajtípus szerinti besorolása: a vizsgált kistáj területének talajait talajtípus szerint csoportosítottuk, az így kapott adatokat – melyek magyarországi talajosztályozási rendszerben voltak – besoroltuk a WRB (World Reference Base of Soil Resources) talajosztályozási rendszerbe (ekvivalens a FAO rendszerrel). Az így kapott talajtípusokat ismét átsoroltuk az IPCC talajosztályozási metodikájának megfelelően. A magyar rendszernek a FAO (WRB) rendszerbe való átsorolásakor „A FAO talaj világtérképe és



2. ábra A vizsgált kistáj éghajlat típus szerinti besorolása

osztályozási rendszere" (Michéli 1999) című tanulmányt használtuk fel. Az így kapott, FAO rendszernek megfelelő talajtípusokat az IPCC rendszerébe a Colorado State University Natural Resource Ecology Laboratory számítógépes programjának (IPCC Soil Carbon Tool) segítségével soroltuk át. Az átsorolásokat és a tematikus rendezéseket (a vizsgálati célnak megfelelően) Excel táblázatkezelő alkalmazásával végeztük.

A Tiszafüred-Kunhegyesi sík kistájon 11 talajtípus található. A terület legtermékenyebb talajai az alföldi mészlepedékes csernozjom és a réti csernozjom talajok, melyek alföldi löszön, infúziós löszön és lösziszapon képződtek. Az AGROTOPO térképszelvényein 10 jegyű kódszámok mutatják az egyes termőhelyekre jellemző, főbb talajtani paramétereket. Ezek alapján a termőréteg vastagsága a vizsgált kistájon egységesen 120 cm, jellemzően e mélység alatt található az alapkőzet (infúziós lösz). A kistáj talajai az IPCC talajosztályozása alapján egységesen nagy aktivitású agyagásványos (HAC: High Activity Clay Mineral) talajok.

c. A szénkészlet meghatározása a talaj szervesanyag tartalma alapján: a számításnál abból indultunk ki, hogy a talaj szerves anyagainak széntartalmát átlagosan 58%-nak vesszük (Filep 1999). Így a termőhelyspecifikus szervesanyag tartalom alapján szerves C-készletet számoltunk. A vizsgálati teret térinformatikai műveletekkel lehatároltuk, megkaptuk a termőhelyekre (szántók, rizsföldek) vonatkozó szervesanyag tartalmat; ezt megszoroztunk 0,58-al, így kaptuk meg a szerves C-készletet a következő összefüggés segítségével:

$$\text{Org. C-készlet} = \text{sz.a.} \times 0{,}58$$

Az IPCC metodika a talajok felső 30 cm-es termőrétegében vizsgálja a szerves szénkészletet, így a könnyebb összehasonlíthatóság érdekében a kapott szerves C-készletet szintén a termőréteg felső 30 cm-es mélységére

kalkuláltuk, így a két módszertan közötti különbség egyszerűbben ismertethető.

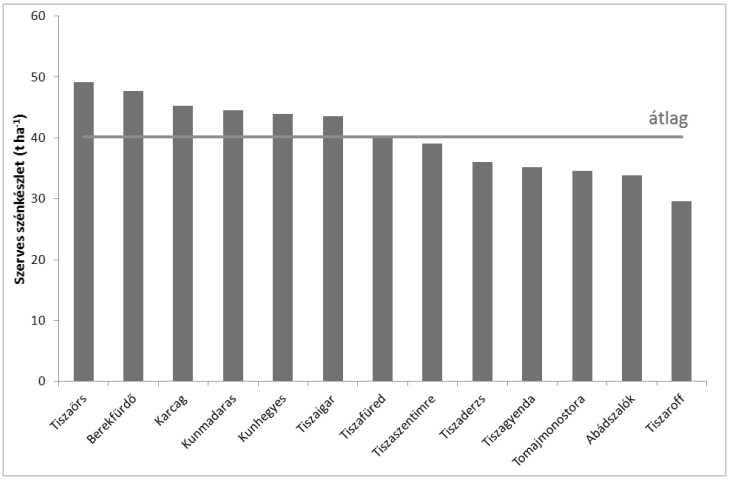
Eredmények

Az AGROTOPO adatbázis alapján meghatározott szerves szénkészlet értékeket a *3. ábrán* mutatjuk be, településenkénti besorolásban, csökkenő sorrendben. A vizsgált kistáj talajainak felső 30 cm-es rétegében az átlagos szerves szénkészlet értéke 40,2 t/ha. A vizsgált 13 település közül 6 haladta meg ezt az átlagot, 2 tekinthető átlagosnak ebben a tekintetben, míg a maradék 5 település a régióban szegényes szerves szénkészlettel rendelkezik.

Ezek az adatok felhívják a figyelmet arra, hogy a gyengébb ellátottságú területeken érdemes fokozott szervesanyag bevitellel és a szerves szénkészletet nem csökkentő talajművelési rendszerek alkalmazásával növelni a talaj termékenységét, míg a viszonylag jobban ellátott településeken a megőrzés a minimálisan elvárható szempont. Mindazonáltal még az 50 t/ha szerves szénkészlet sem számít magas értéknek, így hosszabb távon javasolt a magasabb szervesanyag input és a forgatás nélküli, a talajt kímélő, redukált talajművelési rendszer alkalmazása.

A *4. ábrán* az általunk alkalmazott két módszertan – az AGROTOPO adatbázis felhasználásával és az IPCC módszer – alapján számított, a vizsgált kistáj településein található szántók talajainak összes szerves szénkészletét tüntettük fel.

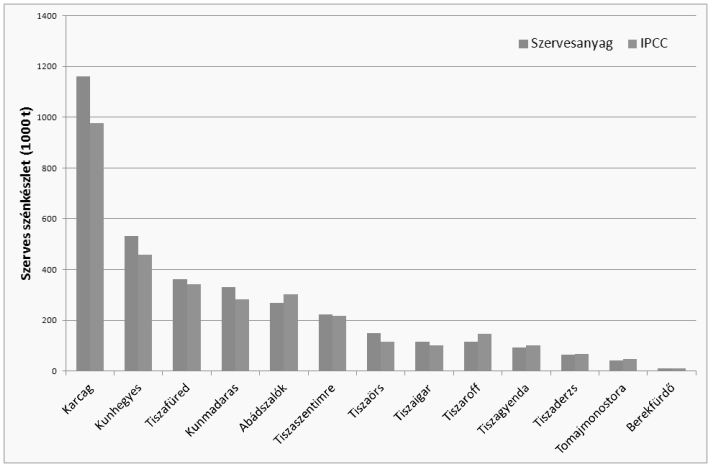
Nyilvánvaló, hogy az egyes települések szántóterületei összes szerves szénkészlete elsősorban a település területének nagyságától függ: a legnagyobb



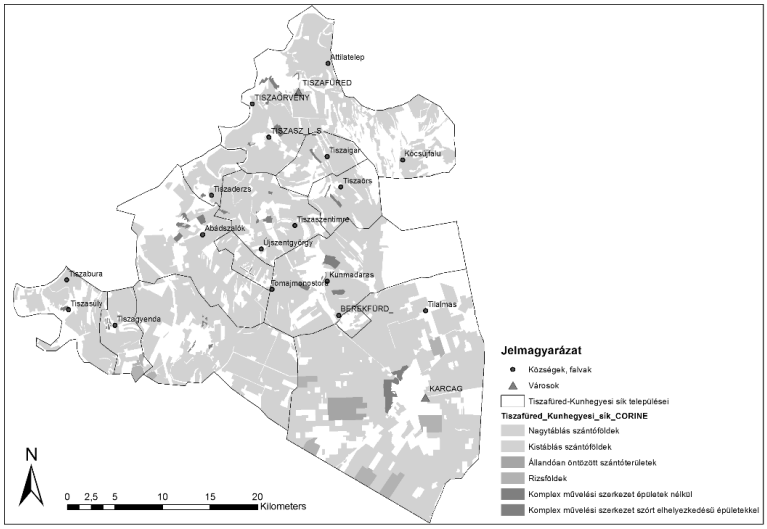
3. ábra A szántók talajának fajlagos szerves szénkészletea vizsgált kistáj településein

külterületű Karcag rendelkezik a legnagyobb szerves szénkészlettel, míg a legkevesebbel a legkisebb külterülettel rendelkező Berekfürdő (*5. ábra*).

Mindazonáltal jól összehasonlíthatóak a két vizsgált módszertan alapján számított értékek. Az AGROTOPO adatbázisban szereplő szervesanyag tartalomhoz képest az IPCC módszertannal számított értékekben a legnagyobb eltérést (29,4%) Tiszaörs esetében, míg a legnagyobb egyezést (2,9% különbség) Tiszaszentimre esetében kaptuk. Az alul- és túlbecslések átlaga mindössze 5,8%, ami nem tekinthető szignifikánsnak. Megállapítottuk, hogy az egyes települések tekintetében nem kalkulálhatunk ezzel az átlaggal; pontosabb, helyspecifikusabb adatokra van szükség, elsősorban a



4. ábra A szántók talajának a két módszertan alapján számítottösszes szerves szénkészlete



5. ábra A települések szántóterületek fedvénye

talajművelésben, földhasználatban történő esetleges változások hatásainak nyomonkövethetősége, számszerűsítése érdekében.

Véleményünk szerint – a kialakított kistájat alkotó települések külterületi fedvényein mért – a szántóterületek AGROTOPO adatbázisa alapján meghatározott szerves szénkészlet értékeket pontosabbnak, a területet jobban jellemzőnek tartjuk, de az IPCC módszertan segítségével kapott adatok is javasolhatók felhasználásra, ha más adatforrás nem áll rendelkezésre.

Felhasznált irodalom

Beare, M.H.–Hendrix, P.F.–Coleman, D.C. (1994): Water-stable aggregates and organic matter fractions in conventional- and no-tillage soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 58:777-786.p.

Biológiai Lexikon (1975)

Birkás, M. (2002): Környezetkímélő és energiatakarékos talajművelés. Szent István Egyetem, Gödöllő.

Doran, J.W. (1980): Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. Soil Sci. Soc. Am. J. 44:765-771.p.

European Environment Agency.(1998): Soil Degradation, chapter 11, p. 23 1-246.; chapter 2, climate change, p. 37-59. In: Europe's Environment: The Second Assesment, Elsevier Science Ltd., pp. 293.p.

Filep, Gy. (1999): Talajtani alapismeretek I. 79.

Gyuricza, Cs.–Birkás, M. (2004): Talajhasználat. Műveléshatás. Talajnedvesség Quality-press nyomda és Kiadó Kft.

LAL, R.–Kimble, J.M.–Follett, R.F.–Cole, C.V. (1998): The potential of U.S. cropland sequester carbon and mitigate the greenhouse effect. Sleeping Bear Press, 128.p.

Marmo, L. (2008): EU strategies and policies on soil and waste management to offset greenhouse gas emissions. /Waste Management/. 28: 685-689.p.

Reicosky, D. C. (1998): Tillage and short-term CO2 emissions from soils in the laboratory. Kézirat.

Michéli, E. (1999): A FAO talaj világtérképe és osztályozási rendszere In: Talajtan (szerk. Stefanovits, Filep, Füleky), Mezőgazda Kiadó, Budapest, ISBN 963 9239 13 5.

Quemada, M.–Cabrera, M.L.(1995): Carbon and nitrogen mineralized from leaves and stems of four cover crops. Soil Sci. Soc. Am. J. 59:471-477.p.

Stefanovits (1999): A talaj humusztartalma In: Talajtan (szerk. Stefanovits, Filep, Füleky), Mezőgazda Kiadó, Budapest, ISBN 963 9239 13 5.

Tombácz, E. (2003): Talajreleváns határfelületi és kolloid kölcsönhatások, MTA Doktori értekezés

Zsembeli, J.–Tuba, G.–Kovács, Gy. (2006): Development and extension of CO2-emission measurements for different soil surfaces. Cereal Research Communications. Vol. 34. No. 1. 359-362.p.

A csapadék stabil oxigénizotóp értékének variogram vizsgálata a Kárpát-medencében

Czinder Anita[1] – Kohán Balázs[2] – Csonka Diána[3] – Kern Zoltán[4]

[1] MSc hallgató, ELTE FFI Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék, anitaczinder@gmail.com;
[2] Tanársegéd, ELTE FFI Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék, balazs.kohan@gmail.com;
[3] MSc hallgató, ELTE FFI Természetföldrajzi Tanszék, csonkadianna@gmail.com;
[4] Tudományos munkatárs, MTA CsFK, Földtani és Geokémiai Intézet, zoltan.kern@gmail.com

Abstract: An accurate picture of the spatial distribution of stable isotopes of modern precipitation is a crucial requirement for many hydrological, ecological, and paleoclimatological applications. The aim of our research is to develop a gridded data set consisting of monthly stable oxygen isotope composition of precipitation ($\delta^{18}O_p$) for Hungary and the adjacent regions. However, first, it is necessary to assess the spatial dependence structure of the isotopic parameters of precipitation. $\delta^{18}O_p$ from 29 stations distributed in the 44.80-49.40N, 15.55-22.85E domain. The main spatial trends related to the rain-out process (altitude and continentality effects) were modeled by multivariate regression using the mean long-term monthly $\delta^{18}O_p$ values and the 3D geographical coordinates (Lat-Lon-alt) as independent variables. The monthly models were removed from the original $\delta^{18}O_p$ values and the residuals were explored using variography. Gaussian theoretical variogram models indicating ~90 km range were fitted to the empirical semivariograms obtained from the residuals. Although, the range ellipses were overlapping for the Mecsek region but the current network seems to be insufficient to provide accurate information over large regions of Hungary.

Bevezetés

A csapadékvíz stabil oxigénizotóp összetétele ($\delta^{18}O_p$) a legnehezebb, 18-as tömegszámú (^{18}O), és a legkönnyebb, 16-os tömegszámú (^{16}O), izotópok arányát jelenti; amelyet a nemzetközi VSMOW (Vienna Standard Mean Ocean Water; Coplen, T.B. 1994) etalonhoz viszonyítva az ú.n. δ jelöléssel fejezünk ki az alábbi képlet szerint:

$$\delta^{18}O = \frac{^{18}O/^{16}O_{minta} - ^{18}O/^{16}O_{VSMOW}}{^{18}O/^{16}O_{VSMOW}} \cdot 1000[‰]$$

A paraméter térbeli változékonyságának pontos ismerete segítséget nyújthat többek között ökológiai kérdések megválaszolásában, hidrológiai, klimatológiai, paleoklimatológiai kutatásokban (Gat, J.R. 1996; Fórizs I. 2003). Tágabb régiónkban a $\delta^{18}O_p$ térbeli eloszlásának becslésére/jellemzésére történtek már kísérletek, amelyek azonban, az adathozzáférés miatt némiképp érthető módon, az államhatárok által kijelölt részterületekre

szorítkoztak (Holko et al. 2012; Hunjak et al. 2013; Vreča et al. 2010) Ugyanakkor az is nyilvánvaló, hogy a hazai izotóp hidrológiai alkalmazások megalapozásához elengedhetetlenül szükséges egy megfelelően nagy térbeli felbontású (lehetőségek szerint akár évszakosan is strukturált) nagy folyóink vízgyűjtőterületeire hozzáférhető, azaz országhatárokon átnyúló, ám egységes módszertani alapokon épített rácsponti adatbázis létrehozása. Az első tájékozódó vizsgálatok kecsegtető eredményeket hoztak (Kohán B.-Kern Z. 2012) de egyértelműen rámutattak az állomásszám növelésének szükségességére.

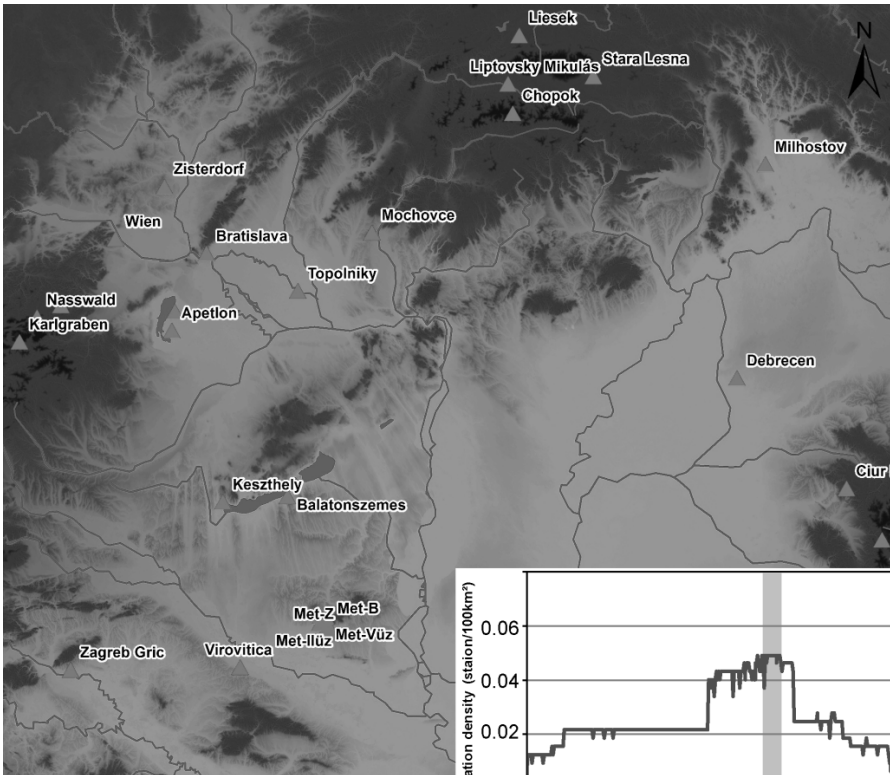
Hazánkban a $\delta^{18}O_p$ megfigyelésére csupán néhány kivételes példa említhető (Deák J. 2006, Schöll–Barna G. 2011). A leghosszabb rendszeres havi felbontású monitoring Debrecenben zajlik 2001 óta (Vodila et al. 2011) valamint hét állomás adatait gyűjtő monitoring indult 2012-ben (Bottyán E. et al. 2013). Azonban az állomások közti geostatisztikai modellezéshez, valamint a szomszédos országok (pl. Kralik et al. 2003, Vreča et al. 2006, IAEA 2010) határ menti $\delta^{18}O_p$ állomásairól származó adatok kiterjeszthetőségének felméréséhez fel kell tárni a régiónkban a $\delta^{18}O_p$ paraméterre jellemző térbeli korreláció jellegzetességeit. Mindezeken felül egy rácsponti adatbázis létrehozását célzó interpoláláshoz, valamint az interpolációs hiba korrekt megállapításához is ismernünk kell a paraméter térbeli varianciájának változását. Mivel friss eredmények már rámutattak a $\delta^{18}O_p$ térbeli trendjének évszakos különbségeire (Kern et al. 2014), ezért a variogram vizsgálatot havonként végeztük el.

Jelen tanulmányban az első interpolációs próbákhoz használt adathalmaz jelentős bővítése után a $\delta^{18}O_p$ variogram vizsgálatával kísérletet tennénk ezen környezetfizikai paraméterre jellemző térbeli hatástávolság becslésére régiónkban.

Anyag és módszer

Alapadatok a területre hulló csapadék δ18O értékeire

A rendelkezésre álló adatok eloszlása sem térben, sem időben nem volt egyenletes (*1. ábra*). Az állomássűrűség két rövid időszakban (1992-93, és 2008) emelkedik 0,45 állomás/10^3 km² fölé. Ám a legnagyobb állomássűrűségű hónapokban is csupán 16 állomás áll rendelkezésre az elemzésekhez, amely mindenképpen kevésnek tekinthető.



1. ábra A csapadék stabil oxigénizotóp-összetételére adatot szolgáltató állomások Magyarországon és környékén. Az állomások 1973 és 2010 között működtek változó ideig. A beszúrt grafikon az állomássűrűség időbeli alakulását mutatja. Az állomássűrűség két időszakban (1992-93, és 2008) érte el maximumát.

A csapadék $\delta^{18}O$ eloszlásának regionális geostatisztikai modellje

A magassági hatás számszerűsítésére kézenfekvő segédparaméter az állomások tengerszint feletti magassága, míg a kontinentális hatás leírásához a földrajzi koordinátákat hívtuk segítségül. Első lépésben a legtöbb adattal reprezentált 10 évből számított havi átlagos $\delta^{18}O_p$ értékek és a háromdimenziós földrajzi koordináták közti kapcsolatot határoztuk meg, majd képeztük a mért értékek különbségét az így kapott átlagos modelltől. Minden egyes hónap esetén az adott hónapra vonatkozó átlagos modellt használtuk a maradéktagok meghatározásához. A regressziós modell szignifikanciájának értékelésére F-statisztikát vettünk figyelembe.

Ezután a maradékok térbeli varianciáját vizsgáltuk. A variogram a geostatisztika alapfüggvénye (Cressie, N. 1993). Ennek segítségével rendelhető a megfigyelt adatokhoz, egy a térbeli autokorrelációjukat leíró modell, amely (i) a krigeléssel történő interpolációnál, mint súlyfüggvény jut

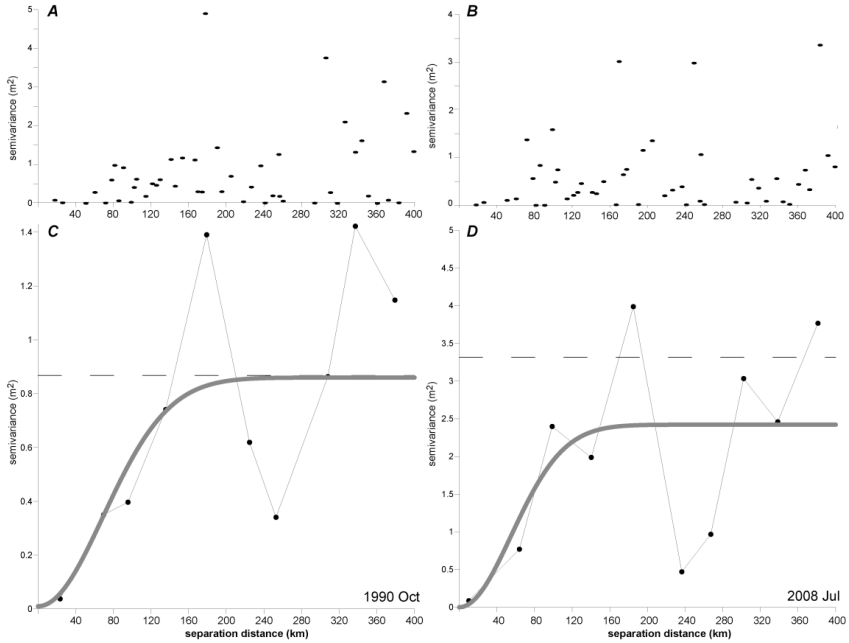
szerephez (Füst A. 2004) és (ii) a meghatározott hatástávolság segítségével bemutatja, hogy a vizsgált mérési hálózat milyen területeket fed le, hol válnak térben kvázi-függetlenné a mérési adatok (Webster, R.–Oliver, M.A. 2007). A variogram vizsgálatok során a nagyobb eltéréseket is kiszűrhetjük, amelyek befolyásolják az interpolációt, esetleg torz eredményeket adnának. További, mintegy járulékos eredmény, hogy a hatástávolság figyelembevételével az állomáshálózat esetleges redundanciáit és rosszul reprezentált területeit határozhatjuk meg.

A variogram elemzéseket a MultiVario Surfer Script (Kohán B. 2014) segítségével végeztük. Több teszt iteráció után az alábbi beállítások mellett döntöttünk: a pontpárok maximális távolsága 400 km, az eltolás mértéke: 40 km, a pontpárkeresési tolerancia 90°.

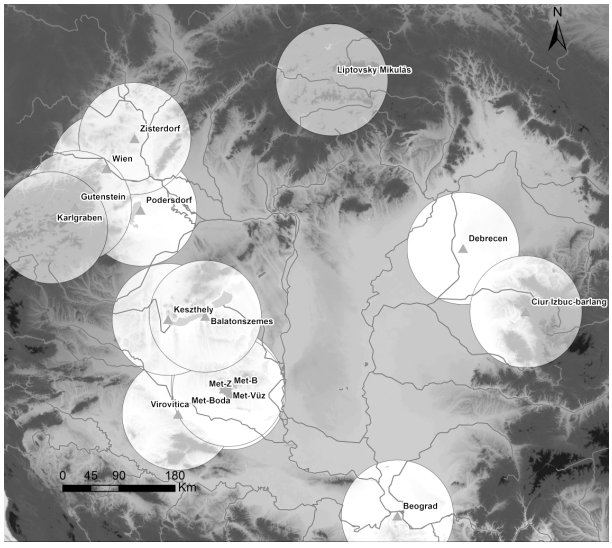
Eredmények és következtetések

A földrajzi koordinátákkal kalibrált regressziós modellek csak áprilistól novemberig adtak szignifikáns ($p<0,05$) összefüggést. A téli időszakra (esetünkben: dec., jan., febr., márc.) a $\delta^{18}O_p$ térbeli változékonyságát pusztán a földrajzi koordinátákkal nem sikerült szignifikánsan reprodukálni. Ez a téli időszak komplexebb izotóp-meteorológiai jellegére utal. A komplexitás magába foglalja az Alpokban felismert kétosztatú vertikális szerkezetet (Kern et al. 2014), a csapadék változó halmazállapotához kapcsolódó eltérő izotóp frakcionációs rendszerek keveredését, illetve az esetleges térben inhomogén páraforrási területeket és desztillációs útvonalakat (Bottyán et al. 2013, Perşoiu et al. 2014).

Szükséges és fontos megjegyezni, hogy viszonylag sok esetben mutatott a variogram ún. röghatást, vagyis a függvény nem az origóból indult. Ezekben az esetekben azonban jellemzően kis távolságra eső állomáspárok nem voltak az adatbázisban, s így a tapasztalati félvariogram origó közeli szakaszát nem is lehetett definiálni. Ekkor a hatástávolság meghatározása objektív akadályba ütközik. A jobb adat-hozzáférésűnek mondható évek esetében is meglehetős kihívást jelentett a mintaszám, hisz a variogram-felhők viszonylag pontszegények (*2. ábra A,B*). A variogramok mintegy harmadánál sikerült a hatástávolság korrekt becslésére alkalmas tapasztalati félvariogramokat nyerni (*2. ábra C,D*). Azonban ezekben az esetekben a tapasztalati függvények lefutása jellemzően 90 km körüli fő hatástávolságra enged következtetni, ami nagyon jól egyezik a jóval bőségesebb adatellátottságú alpi területekre kapott eredményekkel (Kern et al. 2015). Iránymenti félvariogramok készítésére, amire az anizotrópia értékeléséhez lenne szükség, már végképp elégtelen



2. ábra Variogram felhő (A, B) és a vizsgált δ18Op adatokból meghatározott tapasztalati félvariogramok (fekete pont) és Gaussi típusú elméleti félvariogram modellek (kék vonal) (C,D). A szaggatott vízszintes vonal az átlagos varianciát mutatja. A kiválasztott példák 1990 október (A, C) és 2008 július (B, D) adatait mutatják.



3 ábra Magyarországról és szűkebb környékéről 2008-ban elérhető δ18Op monitoring állomások hálózata. A hálózat térbeli reprezentativitását a hatástávolság becslésére kapott sugárral rajzol hatástávolság ellipszisek, amelyek esetünkben az izotrópia feltételezése miatt körök, becsülhetők.

számú a rendelkezésre álló adatbázis, ezért izotrópiát feltételeztünk a vizsgált változóra.

A hatástávolság ellipszisek becslése objektív lehetőséget kínál annak értékelésére, hogy a térben egyenlőtlenül elszórt állomások mely területen tükrözik hitelesen a $\delta^{18}O_p$ térbeli változékonyságát, hol valószínűsíthető redundancia, illetve mely régiókban lenne szükség új állomás telepítésére (Kovács et al. 2005, Hatvani et al. 2014). A vizsgált területre a 90 km-es hatástávolságot, valamint izotróp szerkezetet feltételezve a 2008-ban működő állomások köré rajzolt hatástávolság-zónák lefedettségi térképét a *3. ábra* mutatja. Az osztrák és horvát állomások, valamint a mecseki monitoring (Fórizs et al. 2013) állomásai kiegészülve a két ad hoc működtetett balatonparti állomással egész jó lefedettséget eredményez(né)nek a Dél-, és Nyugat-Dunántúlra. Debrecen állomás adatai pedig a Hajdúság és a Nyírség déli részére tekinthető relevánsnak. Ám hazánk legnagyobb részére az archív adatok nem kínálnak reprezentatív becslést a $\delta^{18}O_p$ térbeli változékonyságát illetően. Ezek az eredmények határozottan támogatják mind a hazánkban 2012-ben (Bottyán et al. 2013), mind a Romániában 2011-ben (Perşoiu et al. 2014) indult csapadék stabilizotóp monitoring hálózat erőfeszítéseit, hisz minkét területen nélkülözhetetlen alapadatokkal gazdagítják a régiónkra vonatkozó környezetfizikai ismereteket.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az az MTA „Lendület” program (LP 2012 27/2012) támogatta.

Felhasznált irodalom

Bottyán, E.–Czuppon, GY.–Weidinger, T.–Haszpra, L.–Kármán, K. (2013): Determination of air moisture source region for precipitation in Hungary, Central European Geology, 56, pp. 273.

Coplen, T.B. (1994): Reporting of stable hydrogen, carbon and oxygen isotopic abundances, Pure App. Chem., 66, pp. 273-276.

Cressie, N. (1993): Statistics for spatial data, New York, Wiley

Deák J. (2006): A Duna-Tisza köze rétegvíz áramlási rendszerének izotóp-hidrológiai vizsgálata, Doktori disszertáció, ELTE

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.–Csicsák, J.–Ország, J.–Vendégh, R.–Kern, Z. (2013): Environmental isotopes in precipitation, Mecsek Mts, Hungary, In: Tichomirowa M (szerk.) ESIR XII–Workshop: Isotopes in Earth Systems, Abstracts of presentations and posters, TU Bergakademie Freiberg, pp. 19.

Füst A. (2004): Geostatisztika, Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Informatika Tanszék, Gödöllő

Gat, J.R. (1996): Oxygen and hydrogen isotopes in the hydrological cycle, Ann. Rev. Earth. Planet. Sci., 24, pp. 225-262.

Hatvani, I.G.–Magyar, N.–Zessner, M.–Kovács, J. – Blaschke, A.P. (2014): The Water Framework Directive: Can more information be extracted from groundwater data? A case study of Seewinkel, Burgenland, eastern Austria. Hydrogeol. J., 22, pp. 779-794.

Holko, L.–Dosa, M.–Michalko, J.–Kostka, Z.–Sanda, M. (2012): Isotopes of Oxygen-18 and Deuterium in precipitation in Slovakia, J. Hydrol. Hydromech., 60, pp. 265–276.

Hunjak, T.–Lutz, H.O.–Roller-Lutz, Z. (2013): Stable isotope composition of the meteoric precipitation in Croatia, Isotopes Environ. Health Stud., 49, pp. 336–345.

IAEA (2010): Global Network of Isotopes in Precipitation, The GNIP Database www.isohis.iaea.org.

Kern, Z.–Kohán, B.–Leuenberger, M. (2014): Precipitation isoscape of high reliefs: interpolation scheme designed and tested for monthly resolved precipitation oxygen isotope records of an Alpine domain, Atmos. Chem. Phys., 14, pp. 1897–1907.

Kern, Z.–Kohán, B.–Czinder, A.–Csonka, D.–Leuenberger, M. (2015): Variogram analysis of precipitation δ18O in the Great Alpine region–implications for isoscape modeling International Symposium on Isotope Hydrology, Vienna, Austria, 11-15 May 2015 (elfogadva)

Kohán, B.–Szalai, J. (2014): Spatial Analysis of the Shallow Groundwater Level Monitoring Network in the Danube-Tisza Ridge Using Semivariograms, Hungarian Geographical Bulletin, 63:(4), pp. 379-400, http://www.mtafki.hu/ konyvtar/hungeobull_63_4_2.html

Kohán, B.–Kern, Z. (2012): A felszíni csapadék stabil oxigénizotóp összetételének becslése Magyarországon térinformatikai módszerekkel–előzetes eredmények, In: Lóki J. (ed.).: Az elmélet és gyakorlat találkozása a térinformatikában III., Debrecen University Press, Debrecen, pp. 189-196.

Kovács J.–Reskóné Nagy M.–Kovácsné Székely I. (2005): Mintavételezés gyakoriságának vizsgálata tér–statisztikai függvénnyel a Velencei–tó példáján, Hidrológiai Közlöny, 85:(6), pp. 68-71.

Kralik, M.–Papesch, W.–Stichler, W. (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.

Perşoiu, A.–Nagavciuc, V–Bădăluță, C. (2014): Stable isotope distribution in precipitation in Romania and its relevance for palaeoclimatic studies, Geophysical Research Abstracts, 16, EGU2014-9640-1

Schöll-Barna, G. (2011): An isotope mass balance model for the correlation of freshwater bivalve shell (Unio pictorum) carbonate $\delta^{18}O$ to climatic conditions and water $\delta^{18}O$ in Lake Balaton (Hungary), J. Limnol., 70(2), pp. 272-282.

Vodila, G.–Palcsu, L.–Futó, I.–Szántó, Zs. (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.

Vreča, P.–Krajcar Bronić, I.–Horvatinčić, N.–Barešic, J. (2006): Isotopic characteristics of precipitation in Slovenia and Croatia: Comparison of continental and maritime stations, Journal of Hydrology, 330, pp. 457-469.

Vreča, P.–Brencic, M.–Ogrinc, N.–Kocman, D. (2010): Spatial and temporal variations of isotopic composition of precipitation in Slovenia, Rapp. Comm. int. Mer Médit, 39, pp. 320.

Webster, R.–Oliver, M.A. (2007): Geostatistics for Environmental Scientists, 2nd ed. Wiley, ISBN 978-0-470-02858-2, USA, pp. 330.

An evaluation of EU-DEM and SRTM1 in comparison with ASTER GDEM, SRTM3 and reference DEMs– geomorphometric approaches

Edina Józsa

PhD student, University of Pécs, Faculty of Sciences, Doctoral School of Earth Sciences,
edina.j0zs4@gmail.com

Abstract: The availability of global coverage digital surface models (like ASTER GDEM or SRTM) and fused models based on these (e.g. EU-DEM) still has a great impact on Earth sciences, as the modern geomor-phometry heavily relies on these datasets. The resolution and uncertainty of the data are the main concerns when selecting appropriate digital topographic data to investigate surface features. The errors of the height dataset propagate to the calculated land-surface parameters, and while some derivatives are less sensitive to this effect, the user has to take into consideration the loss of quality. The validation reports and quality assessment studies of the above mentioned DSMs convinced different characteristics and errors, thus it is essential to examine these datasets prior to application. A verifying process for SRTM1 and EU-DEM datasets is even more important, because those have been published without a formal validation.

Introduction

DEM-based automated or semi-automated geomorphometric analysis of the land-surface is a prosperous subdivision of modern geomorphology. With the use of digital height datasets geomorphometry incorporates the sampling of surface attributes, the generation of DEMs, assessing and reducing of errors as well as the generation of land-surface parameters and objects, all of which is resulting in quantitative geomorphic information about the terrain (Bishop, M. P. et al. 2012).

In the past decade SRTM3 and ASTER GDEM versions provided public domain digital height datasets for a growing number of Earth science studies, due to the reasonable information content about the surface and acceptable spatial resolution, although with prior multistep pre-processing (Guth, P. L. 2010, Józsa, E. et al. 2014). Recently, the international research community was provided with two 'new' DSMs: in October of 2013 EU-DEM, a continent-wide fusion dataset was published (Bashfield, A.–Keim, A. 2011), while in this January the 30 m version of SRTM1 was globally released.

This study focuses on exploring the characteristics (e.g. effective resolution) and the accuracy of these models using error statistics and visual assessment techniques (e.g. RMSE, mean offset, shaded relief). Some easily feasible pre-processing steps to remove artefacts and improve the

representation of topography are also presented (e.g. correction of horizontal misfit and outliers, denoising). Another important issue is the analysis of DSM error propagation to the local and regional land-surface parameters, which is checked in case of surface derivatives such as slope, stream network, Topographic Wetness Index (Temme, A. J. A. M. et al. 2009). For the concluded work contour-based reference DEMs were used as high-accuracy representation of the surface.

Study area

The study sites represent different landform types and land cover categories, namely plains, hills and low mountains with extensive agricultural fields and forests (*Fig. 1*). The work was carried out on a part of the Danube floodplain bounded by a section of the Tolna-Baranya Hills (jointly covering 960 km^2) and the Eastern Mecsek Mountains with its foreland (350 km^2). The topography completed with land cover conditions mentioned above seems appropriate for the chosen study showing the typical challenges related to the application of satellite-based DSMs.

Methods and materials

Fig. 2 shows the steps of the study organized into a flow chart for a better perspicuity. The pre-processing steps served to make the different datasets comparable, by converting them to the same projection (Hungarian Unified National Projection) and horizontal resolution (30 m). Also the DSMs' horizontal shift (Reuter, H. I. 2011) and the erroneous values of the larger water bodies and the open-pit mining sites were corrected. The data analysis

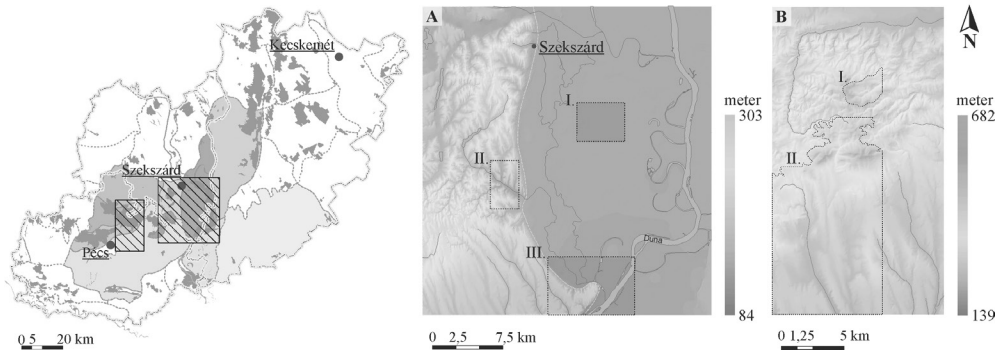


Fig. 1. Location and topography of the study area (also showing the boundaries of micro regions and Natura 2000 SCI areas). The reference DEMs area is framed.

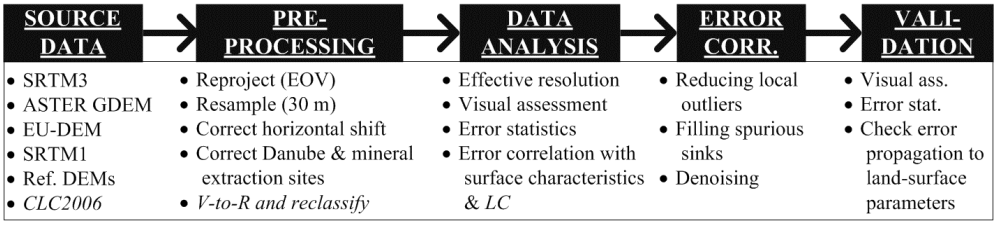


Fig. 2. The flow chart of the study.

included computing the effective resolution (Guth, P. L. 2010), and visualizing the representation of the land-surface and errors. An important task was the thorough examination of the vertical accuracy. A raster-to-raster analysis was executed to calculate the error statistics. Some preparation steps were carried out to improve the DSMs (Reuter, H. I. et al. 2009). To remove the local outliers the method of Neteler, M. (2005) was chosen, the spurious sinks were filled using the available hydrological toolset. To reduce the remaining random noise a denoising algorithm by Stevenson, J. A. et al. (2010) was implemented. The validation step consisted of retesting the accuracy after the modifications and checking the quality of the generated topographic derivatives. GRASS GIS 6.4.4 and SAGA GIS 2.1.0 were used to create and process the datasets, and R to perform the statistical analyses (Internet 1). The spgrass6 package (Bivand, R. 2013) provided the R – GRASS interface, making it available to analyse the maps' statistics with the built-in and user-defined functions of R, and create graphs representing the results.

The study was carried out using DSMs, contour-based reference DEMs and a land cover dataset. The SRTM (Internet 2) dataset obtained by the Shuttle Radar Topography Mission in 2000 was published with a 3" resolution. After post-processing a seamless, void-filled DSM was available as one of the most utilized and good quality elevation data (Farr, T. G. et al. 2007, Reuter, H. I. 2011). This January the high-resolution imagery (1") was released globally for the public. The Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) of Japan and the National Aeronautics and Space Administration (NASA) developed the ASTER GDEM (Internet 3) elevation model (30 m) by extracting elevation values from scenes collected between 2000 and 2010 (ASTER GDEM Validation Team 2011). The EU-DEM (Internet 4) is a middle-precision surface model with a horizontal resolution of about 25 m. It was created by an automated data fusion of improved ASTER GDEM data with SRTM data by taking advantage of the complementary nature of the optical and radar remote sensing technologies (Bashfield, A.–Keim, A. 2011). The contour-based DEMs were interpolated in SAGA GIS using the Triangulation method with 10 m cell size. The created elevation models were

used to represent the ground-truth values for the error estimation methods after down-sampling to 30 m in GRASS. The seamless CORINE Land Cover 2006 vector database was converted into a 30 m resolution raster dataset.

Results

The horizontal misallocation was computed by generating displacement vectors: the offset values with the highest correlation of the reference DEMs and several offsets of the DSMs (Reuter, H. I. 2011) were used to assess the accuracy of the models. The SRTM1 and SRTM3 were moved with 80 m to North and 20 m to East, the ASTER GDEM and EU-DEM models were shifted with 50 m in both directions.

Another important question is the resolution, as it determines how well the dataset reflects the complexity of the terrain. The accuracy of land-surface parameters not only depends on the cell size, but also on the effective spatial resolution (Guth, P. L. 2010). The calculated effective resolutions (*Fig. 3*) show that the models' horizontal spacing is over-estimated.

The visual assessment included the analyses of shaded relief maps,

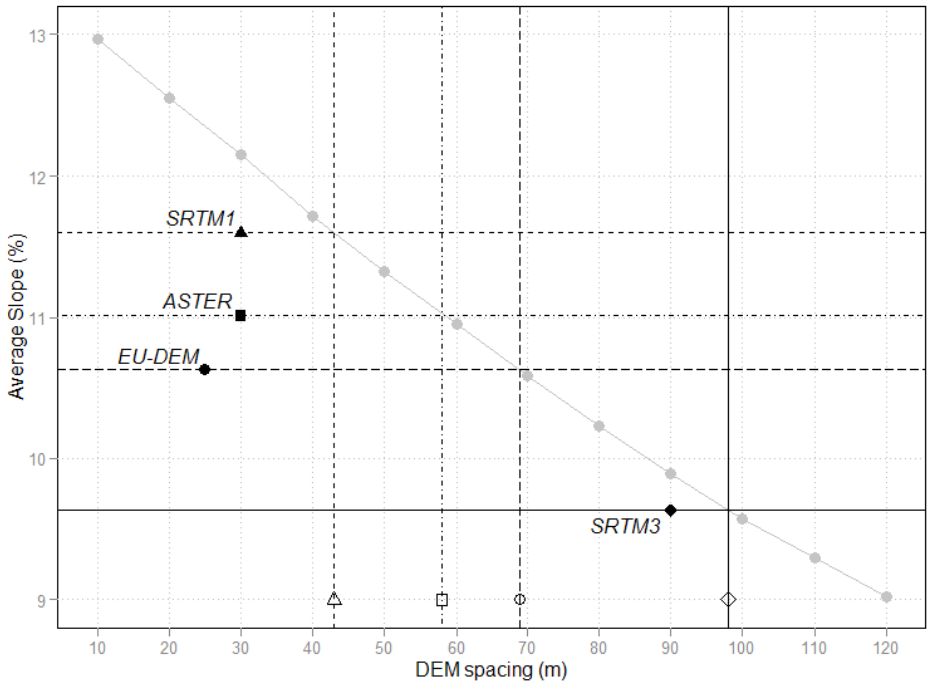


Fig. 3. Average slope according to DEM spacing.

2.5D visualisations (NVIZ) and subtraction maps. The SRTM3 and EU-DEM looks well-smoothed, which was expected according to the resolution and production method. The noise of the ASTER GDEM is conspicuous, thus suggesting necessary denoising. The 2.5D view and shaded relief map of SRTM1 visually indicates a relatively correct representation of the surface. The subtraction maps revealed spatial distribution of the errors. As expected, generally the DSMs are above the reference datasets in the forests and in the valleys, while under or near the real surface on the modest slopes. The error values on the subtraction map of the ASTER GDEM show a high variation.

Table 1. The univariate statistics of the models and the error values.

	SRTM1	**SRTM3**	**ASTER**	**EU-DEM**
Min. elev. asl. (m)	72	76	12	71
Max. elev. asl. (m)	681	680	689	678
Min. error (m)	-75	-70	-56	-37
Max. error (m)	77	73	68	52
RMSE (m)	10.9	10.6	9.4	7.2
ME (m) – all LC	-0.9	-0.9	2,4	0
ME (m) – BARE	-2.9	-2.9	0	-2.2
ME (m) – FOREST	4.2	4.1	8.9	5.3
MAE (m)	7.0	6.9	6.2	4.8

For the quantitative description of the errors several error statistics were calculated (*Table 1*). The range of the errors compared with the frequency of the error values confirmed the presence of local outliers, spurious sinks and peaks, although at least 60% of the cells deviates with less than 5 m from the reference DEMs. The error values of the SRTM1 and SRTM3 has the highest correlation and the error statistics also show their similarity. The 90 m model has slightly better values as the averaging process meant also a filtering, that lessened the noise caused by the radar technology. The effect of the weighted averaging approach is also noticeable for the EU-DEM. Mean errors suggest that the ASTER GDEM is generally above the real surface, while the SRTM models and the EU-DEM underestimate the elevation.

Analysing the error values in relation with the terrain characteristics and the land cover categories the error causing factors and spatial patterns can be explored. The effect of the land cover is clear from the mean error values over the areas with low vegetation (interpreted as bare surfaces) and forested regions. Former studies suggested that elevation, slope gradient and aspect influence the accuracy of the DSMs (Szabó, G. et al. 2013). In the case of the SRTM models the correlation showed the effect of elevation and

slope negligible, the ASTER GDEM and EU-DEM had a stronger relation. The direction-dependency of the accuracy was proved – the mean error has a noticeable fluctuation according to the orientation of the surface.

For the error correction easy to implement methods were chosen, that were specifically developed for the SRTM3 model. Neteler, M. (2005) reduced local outliers by checking the deviation of a given cell from the mean elevation over a moving window. The magnitude and cell count of the detected pikes and wells were the largest in case of the SRTM1 and ASTER GDEM. As the SRTM3 and EU-DEM was smoothed during the production most of these local outliers were removed. In order to further improve the models the sink filling tool in GRASS GIS was used. Compared to the initial models the ASTER GDEM had the deepest depressions affecting the most cells. Usually the sinks were found in the narrow valleys and over the floodplain. As a last correction step the denoising method of Stevenson, J. A. et al. (2010) was run with the tested values for different DSMs (Józsa, E. et al. 2014).

The repeated visual assessment revealed significant improvement for the models (*Fig. 4*), but it has to be noted that the denoising method modified every value of the datasets. The SRTM1 showed a fairly good representation of the surface by reducing the noise, although the changes in the error statistics do not confirm this. On the other hand, the error statistics of the ASTER GDEM suggest a strong improvement, but the shaded relief map shows spurious patterns. The EU-DEM has the lowest error range, and the most cells with less than 5 m error, but this is mainly the result of the over-smoothed surface, that means the loss of detailed surface information.

The range of applications of these DSMs is narrowed by the errors affecting the land-surface derivatives. Temme, A. J. A. M. et al. (2009) draws attention on the ambivalent nature of the DEM errors on land-surface parameters. They stated that small errors can lead to serious troubles while the impact of large elevation errors may "cancel out". *Fig. 5* shows the

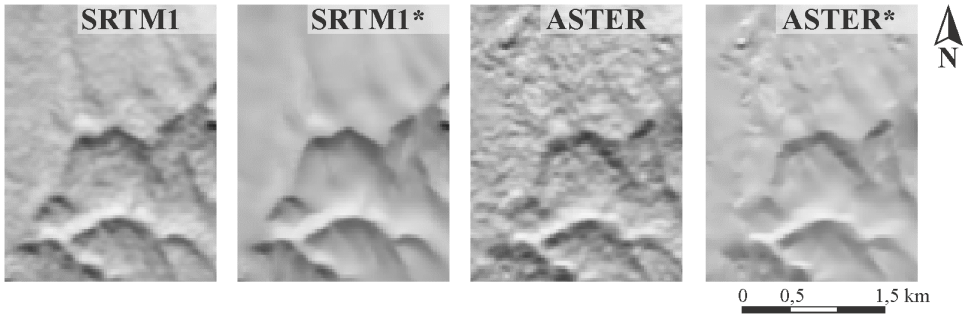


Fig. 4. Shaded relief maps before and after error corrections.

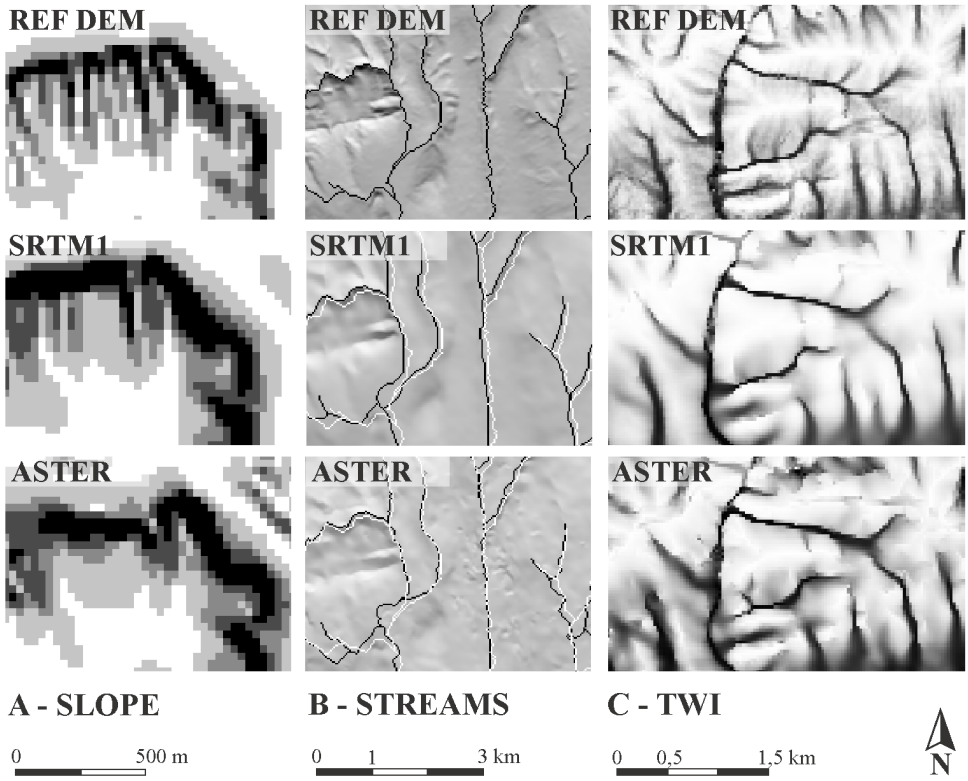


Fig. 5. The effect of DSM resolution and accuracy on the surface derivatives.

characteristics of a first-order derivative and two hydrogeomorphic products. The uncertainty of the parameters is checked by visual assessment and calculating the correlation with the results from the validation dataset.

For the visual comparison the slope values were reclassified according to the agricultural suitability. The ASTER GDEM performs worst, while the SRTM1 captures better the slope changes, even in the valleys. The correlation of SRTM1, SRTM3 and EU-DEM is similar for the slope values, and it confirms the relative accuracy. As a validation step the stream network for at least 1 km^2 watersheds was computed. The flow-path for the streams is similar, but the horizontal and vertical errors result in different stream-network patterns. 65% of EU-DEM, 62% of ASTER GDEM, 58% of SRTM3 and 57% of SRTM1 stream cells are in the 100 m buffer zone of the reference DEMs' stream lines. The Topographic Wetness Index, as a second-order derivative, is a function of the slope gradient and the catchment area, thus elevation errors has an even complex impact on it. Fig. 5.C clearly illustrates that the DSMs produce a less detailed TWI map, but they reflect the main topographic features. The correlation values suggest a relatively weak relation, the best results were

provided for the EU-DEM and the SRTM models.

Conclusion

The results of this study suggest that the SRTM1 satellite-based DSM is a fairly good base dataset for geomorphometric analyses. The model is loaded with local outliers, sinks and noise, but after an easily implemented pre-procession to reduce these errors it proved to be a valuable elevation model for land-surface analysis. The user has to take into consideration the explored uncertainties when analysing the derived land-surface parameters. Another disadvantage of the model is that the data acquiring took place 15 years ago. Even though, the EU-DEM and ASTER GDEM is distributed with the same horizontal spacing as the SRTM1, these elevation models tested worse, as a result of effective resolution, random errors or over-smoothing caused by the production methods. Based on the results the model can be considered as the highest resolution, public domain, nearly global coverage elevation model representing the Earth surface detailed enough for geomorphometric analysis.

References

ASTER GDEM Validation Team (2011): ASTER Global Digital Elevation Model Version 2 – Summary of Validation Results. 26.

https://lpdaacaster.cr.usgs.gov/GDEM/Summary_GDEM2_validation_report_final.pdf

Bashfield, A.–Keim, A. (2011): Continent-wide DEM Creation for the European Union. 34th International Symposium on Remote Sensing of Environment. The GEOSS Era: Towards Operational Environmental Monitoring. Sydney, Australia 10–15 April 2011

http://www.isprs.org/proceedings/2011/isrse-34/211104015Final00143.pdf

Bishop, M. P.–James, L. A.–Shroder, J. F. Jr.–Walsh, S. J. (2012): Geospatial technologies and digital geomorphological mapping: Concepts, issues and research. – Geomorphology 137., pp. 5–26.

Bivand, R. (2013): Package spgrass6: Interface between GRASS 6 and R. R package version 0.8-3. http://cran.r-project.org/web/packages/spgrass6/spgrass6.pdf

Farr, T. G.–Rosen, P. A.–Caro, E., Crippen, R.–Duren, R.–Hensley, S.–Kobrick, M.–Paller, M.–Rodriguez, E.–Roth, L.–Seal, D.–Shaffer, S.–Shimada, J.–Umland, J.–Werner, M.–Oskin, M., Burbank, D.–Alsdorf, D. (2007): The Shuttle Radar Topography Mission. – Reviews in Geophysics 45. 1–33.

Guth, P. L. (2010): Geomorphometric comparison of ASTER GDEM and SRTM. http://www.isprs.org/proceedings/XXXVIII/part4/files/Guth.pdf

Józsa, E.–Fábián, Sz. Á.–Kovács, M. (2014): An evaluation of EU-DEM in comparison with ASTER GDEM, SRTM and contour-based DEMs over the Eastern Mecsek Mountains. – Hungarian Gegraphical Bulletin 63. (4), pp. 401–423.

Neteler, M. (2005): SRTM and VMAP0 data in OGR and GRASS. GRASS Newsletter 3., pp. 2–6.

Reuter, H. I.–Nelson, A.–Strobl, P.–Mehl, W.–Jarvis, A. (2009): A First Assessment Of Aster GDEM Tiles for Absolute Accuracy, Relative Accuracy and Terrain Parameters, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. pp. 240–243.

Reuter, H. I. (2011): How to merge a DEM? – Geomorphometry 2011, http://geomorphometry.org/system/files/Reuter2011geomorphometry.pdf

Stevenson, J. A.–Sun, X.–Mitchell, N. C. (2010): Despeckling SRTM and other topographic data with a denoising algorithm. Geomorphology 114., pp. 238–252.

Szabó, G.–Mecser, N.–Karika, A. (2013): Assessing data quality of remotely-sensed DEMs in a Hungarian sample area. Acta Geographica Debrecina Landscape and Environment 7., pp. 42–47.

Temme, A. J. A. M.–Heuvelink, G. B. M.–Schoorl, J. M.–Claessens, L. (2009): Geostatistial Simulation and Error Propagation in Geomorphometry. – In: Hengl, T. – Reuter, H.

Internet 1: http://grass.osgeo.org, http://saga-gis.org, http://www.r-project.org

Internet 2: http://earthexplorer.usgs.gov/, http://www.cgiar-csi.org/data/srtm-90m-digital-elevation-database-v4-1

Internet 3: http://www.jspacesystems.or.jp/ersdac/GDEM/E/index.html

Internet 4: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eu-dem#tab-european-data

Teraszok lehatárolása digitális terepmodell alapján a Maros középső szakasza mentén

Eisam Eldeen Fatima[1] – Telbisz Tamás[2]

[1] PhD hallgató, ELTE TTK Természetföldrajzi Tanszék, e.e.fati@gmail.com
[2] egyetemi adjunktus, ELTE TTK Természetföldrajzi Tanszék, telbisztom@caesar.elte.hu

Abstract: The Mureş River is the main river of the Transylvanian basin. The middle course of the river has wide valley bottom with many terraces and other alluvial forms. In this study we tried to define terraces along the river in the study area using the latest SRTM digital terrain model (30 m horizontal resolution). The model can be an effective basic data for geomorphological analysis to create a basic research for a detailed farther investigation.

Bevezetés

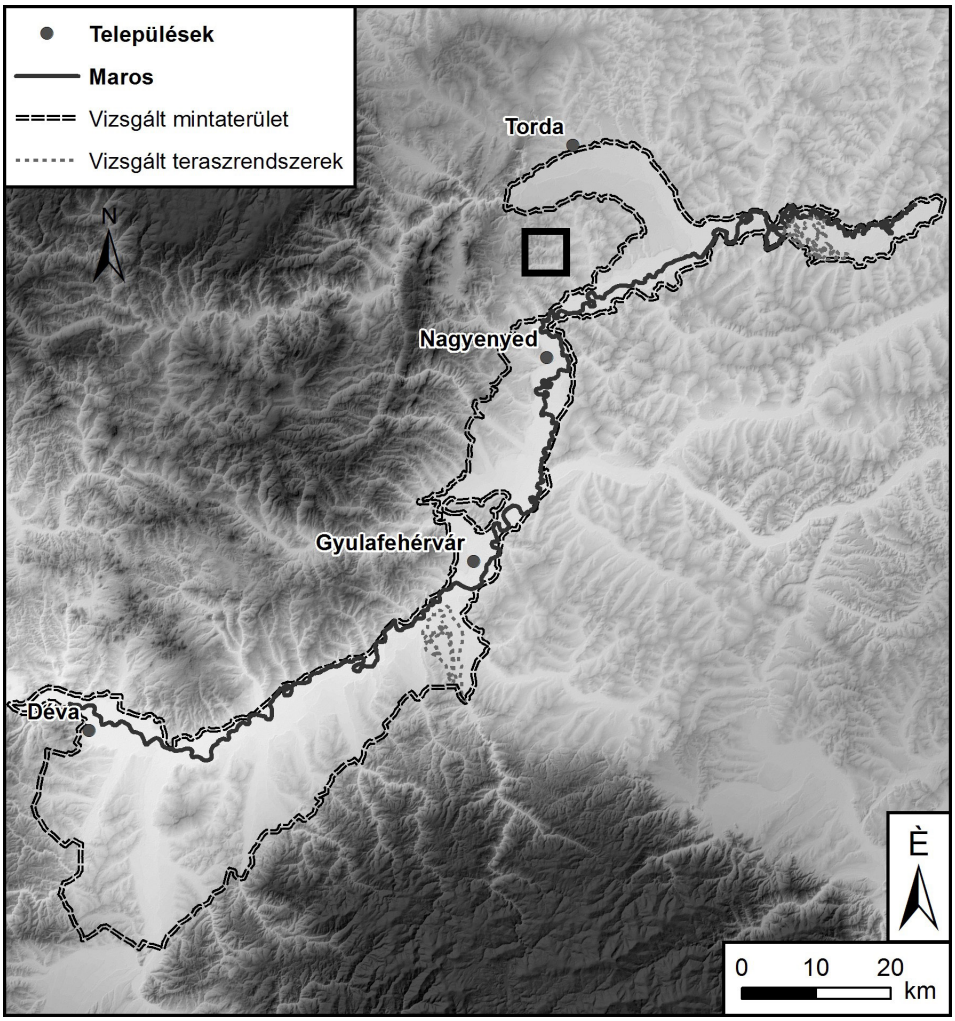
Az Erdélyi-medence legfontosabb folyója a Maros. Széles völgymedencét kialakítva Dédától Déváig szeli át a medencét, főként közép-szakaszjelleget mutatva. Mintaterületünk a folyó Erdélyi-középhegység és Erdélyi-medence között elhelyezkedő széles völgyszakasza (*1. ábra*).

Morfológiai szempontból egy igen változatos térszín, ahol a völgymedence magas és széles teraszainak kialakulását főként a negyedidőszaki aktív tektonikai mozgások, valamint a klímaingadozások befolyásolták (Hajdú-Moharos J. 2010).

A teraszszintek pontosabb elkülönítésével korábbi tanulmányok a terület csupán kis részén foglalkoznak (Mihály A. 1995). Zotic, V. (2007) munkájában a mintaterületünk alsó szakaszával foglalkozik, s morfológiai adottságok (lejtőszög, magasság) alapján 8 szintet különít el. A tektonikai folyamatok hatását a teraszok elemzésénél fontos figyelembe vennünk, azok magassági elhelyezkedését, illetve lejtésirányát nagyban befolyásolja ezen folyamatok jelenléte. Terszszintek vizsgálata során megállapítható, hogy csak a bevágódás, vagy a bevágódás és a kibillenés együttes jelenléte alakított-e ki eltérő szinteket (Kovács G.–Telbisz T. 2013). Az első esetben a különböző teraszszintek párhuzamosak egymással, míg a második esetben eltérő lejtési síkokkal jellemezhető szintek jönnek létre.

Kifejezetten a mintaterületre vonatkozó, neotektonikával foglalkozó tanulmány nem készült, így a vizsgálataink adalékot adhatnak egy ilyen irányú kutatáshoz (Ciulavu et al. 2002).

Jelen kutatásunk során egy viszonylag jó felbontású terepmodell

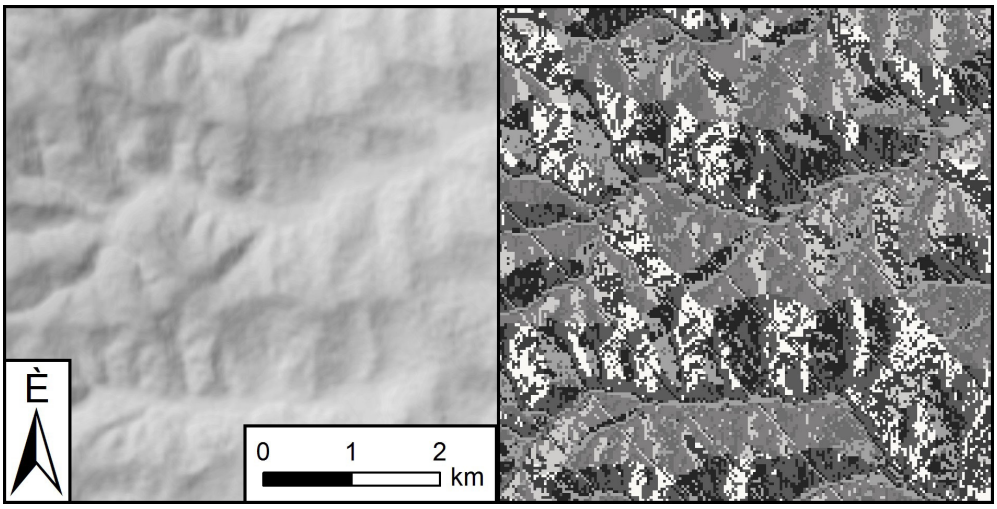


1. ábra A Maros középső szakaszának áttekintő térképe (a Torda és Nagyenyed között elhelyezett négyzet a 2. ábrán látható területet mutatja)

elemzésével különítünk el különböző teraszszinteket, majd ezeket röviden elemezzük.

Módszertan

Az elemzés során alapadatként felhasználtunk 1:25 000-es méretarányú román topográfiai térképlapokat, 1:200 000-es méretarányú geológiai térképet (Giușcă, D.–Bleahu, M. 1967), valamint az SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) globális adatbázisának 2014-ben publikált 1” (~30 m/pixel) terepi felbontású terepmodelljét (SRTM 2014).



2. ábra Adathiba az SRTM terepmodellben (A – árnyékolásos domborzatmodell, B – lefolyásirány térkép, a terület elhelyezkedése az 1. ábrán látható)

A digitális terepmodell (továbbiakban: DTM) vizuális megjelenítése során sikerült rábukkanni egy érdekes hibára, melyre vonatkozó szakirodalmi utalást eddig nem találtunk. A modell mentén néhány méteres kimagasodások figyelhetők meg sávokba rendeződve. A mintázata elsősorban a lefolyásirány (Flow Direction) térképen figyelhető meg (*2. ábra*). Ez a főként élénk domborzatú területeken megfigyelhető jelenség azonban nem befolyásolja jelen elemzésünk eredményeit.

A mintaterület kijelölésénél 3 fontos szempontot vettünk alapul. Egyrészt a további kutatatás kifejezetten a holocén folyamatok vizsgálatára irányul majd, melynek során régészeti adatokkal szeretnénk összevetni és összekapcsolni az eredményeinket, így olyan területet választottunk, ami nagyrészt átfed a régészeti mintaterülettel. Másrészt figyelembe vettük a geológiai egységek elhelyezkedését, harmadrészt pedig a völgy peremének lehatárolásánál elsősorban a markánsan kirajzolódó meredekség változást mutató területeket vettük alapul.

A teraszok lehatárolásához a DTM alapján egy szintvonalas állományt hoztunk létre, aminek a lépésköze 2 m. A jól illeszkedő és megfelelő képet mutató szintvonalrajz elkészítéséhez egy simítást kellett végrehajtanunk a terepmodellen. Ezt egy low-pass filterrel végeztük el, amit egy 3x3-as kernellel futtattunk le a modellen.

A szintvonalak mellett a DTM alapján elkészített lejtőmeredekség térképről leolvasható lejtőszögértékek segítettek az egyes teraszszintek pontosabb lehatárolásában.

Eredmények

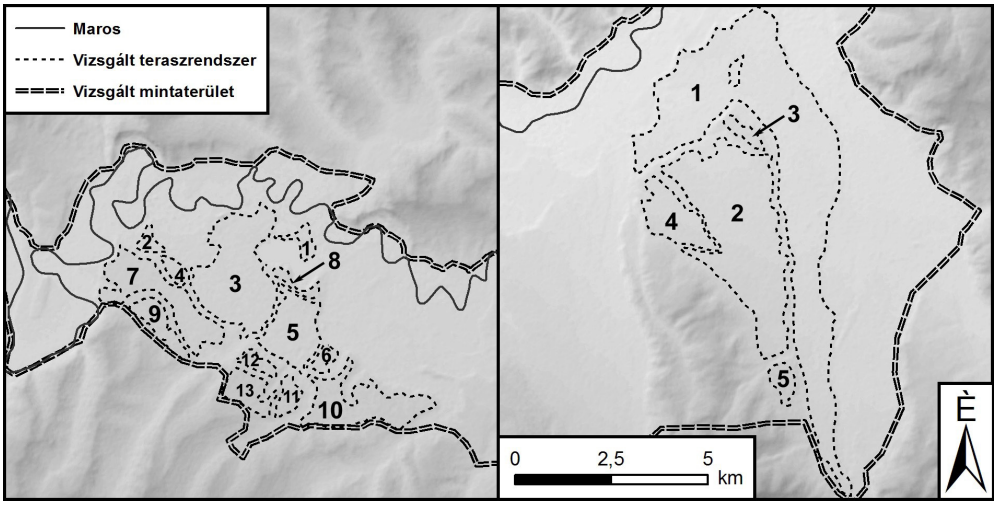
Elemzésünk során több egymás melletti teraszrendszert különítettünk el a vizsgált völgyszakasz mentén. Ezek közül kettő rövid elemzését ismertetjük.

A mintaterület északi részén egy közel 6 km átmérőjű területen 13 különülő szintet sikerült lehatárolni a doborzatmodell alapján levezetett adatok segítségével (*3. ábra/A*).

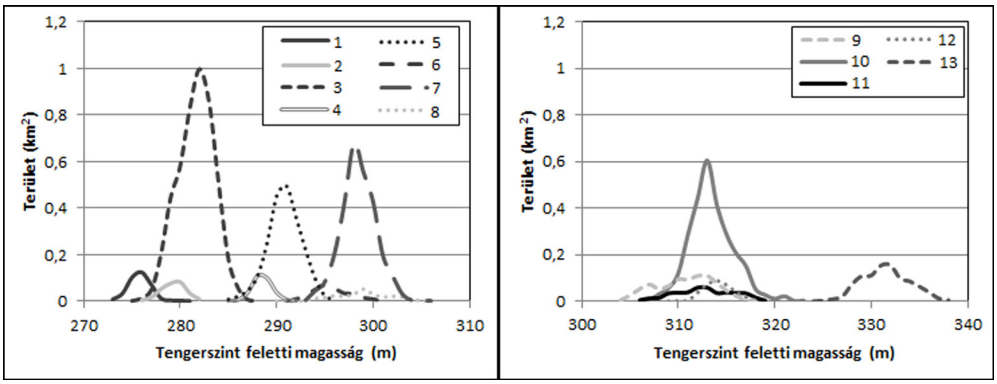
A teraszszintek magassági hisztogramja a *4. ábrán* látható. Ezen jól kirajzolódik, hogy az elkülönített teraszszintek némelyike azonos magasságban helyezkedik el, így arra következtethetünk, hogy ezek egy időben alakultak ki, elkülönésük a későbbi erózió következménye. Ilyenek pédául a 3-as és a 2-es, amelyek késő-holocén anyagúak, valamint a 10-es és a 11-es teraszszintek, amelyek felépítő anyaga a pleisztocénben alakult ki.

A 9-es, 13-as és 10-es teraszszintek kőzettani felépítés és morfológiai szempontjából hasonló jellemzőkkel rendelkeznek, azonban a 13-as szint sokkal magasabban helyezkedik el, mint a másik kettő. Ez a geológiai térkép esetleges pontatlanságára enged következtetni.

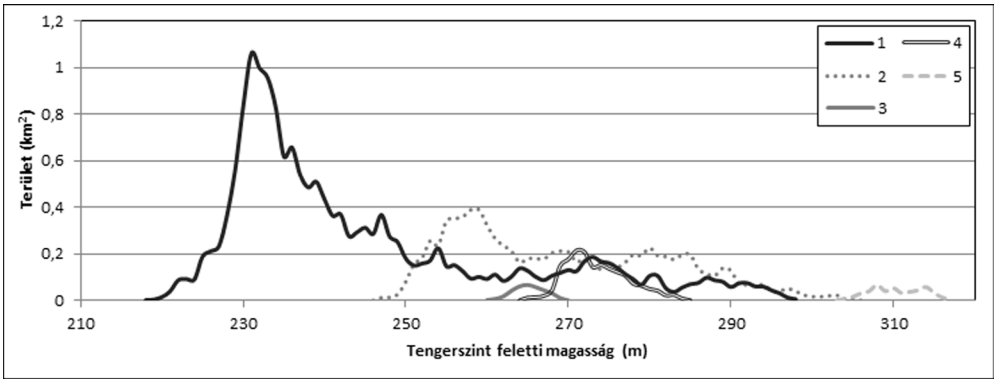
A mintaterület középső részén elhelyezkedő teraszrendszer nagy kiterjedésű szintekből épül fel *(3. ábra/B*). Az *5. ábrán* látható magassági hisztogramon egyértelműen kirajzolódik az 1-es számmal jelölt teraszszint, ami késő-holocén üledékekből épül fel. A görbén jól látszik, hogy a területének jelentős része 230 és 235 méter között helyezkedik el, azonban kisebb csúcsokat mutat nagyobb magassági értékeknél megközelítve a 300 méteres magasságot



3. ábra A mintaterület egy északi (A)és egy középső (B) részén fekvő teraszrendszere



4. ábra Az északi teraszrendszer magassági hisztogramjai



5. ábra A közéső teraszrendszer magassági hisztogramja

is. A morfológiai egység, bár jól elkülönül a körülötte lévő térszínektől, egy határozott esést mutat északias irányba (*3. ábra*). Ehhez hasonló lejtésirány figyelhető meg a 2-es számmal jelölt térszínen is. Itt a maximum 260 méteres magasságban van, és a terület nagy része az előzőnél idősebb kőzetekből épül fel. A felszín esése az 1-es esetében 0,6%, míg a 2-es terasznál 1,2%.

A 4-es teraszszint magassági szempontból, morfológiailag és kőzettani felépítés alapján nagy valószínűséggel a 2-es szint részét képezte egykor, míg az utólagos lepuszulás el nem kezdte feldarabolni a kialakult felszíneket.

Következtetések

Összességében elmondható, hogy a DTM, az abból levezetett szintvonalas állomány, illetve a lejtőmeredekség térkép alapján jól el lehet különíteni a különböző magassági és lejtőszög értékeket mutató teraszszinteket.

Az SRTM terepmodellen megfigyelt magassági hiba nem befolyásolta a vizsgálatunkat.

A teraszszintek magassági hisztogramjain jól kirajzolódnak a vélhetően különböző korú szintek. Ezek összevetése geológiai térképpel pontosabb megállapításokra enged következtetni, azonban még ez sem elegendő ahhoz, hogy részletesen meghatározzuk az egyes teraszszintek kialakulásának sorrendjét.

A mintaterület középső részén elhelyezkedő, vizsgált teraszrendszer szintjeinél relatíve nagy esést figyelhetünk meg, ami a bevágódás mellett tektonikus kibillenésre utalhat, és következtetni lehet belőle a mozgás irányára is. Elképzelhető azonban az is, hogy ezek a dőlő térszínek egy belső hordalékkúp-felszín maradványai, és annak az esését őrizték meg.

Jelen munkánkban a vizsgálatok a teraszok elkülönítésére irányultak digitális terepmodell és az abból levezetett adatok segítségével. A későbbiekben egyéb adatok felhasználásával próbáljuk a teraszszinteket korolni, valamint meghatározni a kisebb teraszrendszerek fejlődésének menetét.

Felhasznált irodalom

Ciulavu, D.–Dinu, C.–Cloetingh, S. A. P. L.(2002): Late Cenozoic tectonic evolution of the Transylvanian basin and northeastern part of the Pannonian basin (Romania): Constraints from seismic profiling and numerical modelling, EGU Stephan Mueller Special Publication Series, 3, pp. 105–120.

Giuscă, D.–Bleahu, M. (1967): Harta Geologică a Republicii Socialiste România (RSZK geológiai térkép), Institutul Geologic, Bucuresti, Torda, 1:200000, 18 p.

Hajdú-Moharos J.(2010): Az Erdélyi-medence, In: KARÁTSON D. szerk.: Magyarország földje. Urbis Könyvkiadó, Budapest, pp. 414-416.

Kovács G.–Telbisz T. (2013): Tektonikus és fluviális hatások a Kőszegi-hegység és a Rába közti dombvidék kialakulásában, Földtani Közlöny, 143/2, pp. 157-176.

Mihály A. (1995): The geography of the river Maros (Mureş) an its river system, In: Hamar J. and Sárkány-Kiss A. szerk.: The Maros/Mureş River Valley, Tisza Klub, Szolnok - Szeged - Tîrgu Mureş, pp. 7-23.

SRTM (2014): Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global https://lta.cr.usgs.gov/SRTM1Arc

Zotic, V. (2007): Organizarea Spaţiului Geografic în Culoarul Mureşul Ui, Sectorul Sebeş-Deva, Universitatea „Babes-Bolyai" Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 37 p.

Felszíni karsztformák térképezése LIDAR adatok felhasználásával az Aggteleki-karszt területén

Enyedi Péter[1] – Kiss Alida[2] – Lénárt Csaba[3] – Katona Zsolt[4]

[1] LIDAR analyst, Envirosense Hungary Kft., enyedipeti@gmail.com
[2] kutatási koordinátor, Károly Róbert Főiskola, kiss.alida@gmail.com
[3] főiskolai tanár, Károly Róbert Főiskola, lenart@karolybert.hu
[4] GIS analyst, Envirosense Hungary Kft., katona@envirosense.hu

Abstract: The airborne LIDAR technology allows to acquire highly accurate and detailed spatial information quickly from a large area even from areas covered by dense vegetation. The potential of the technology can be useful in mapping and identifying the surface of karst landforms. The point cloud derived from the LIDAR survey and the high spatial resolution terrain and surface model derivatives represent remarkable new information in the karst topography mapping compared to the formerly used contour maps as primary data. The aim of this paper was to study the mapping possibilities of the karst sinkholes of the Aggtelek Karst based on airborne laser-scanned data in 2013. The long-term goal of the study is to determine the advanced GIS methods, which are the most effective for the identification of the surface karst landforms.

Bevezetés

A felszíni karsztformák geomorfológiai célú vizsgálatának legfontosabb alapadatául napjainkban is a Földmérési és Távérzékelési Intézet által kiadott 1:10 000-es méretarányú topográfiai térképek, illetve az ezekből származtatott Digitális Domborzatmodell (FÖMI DDM-5) képezi (Király 2004, Winkler 2006). Napjainkban már számos olyan, akár ingyenesen hozzáférhető felszínmodell létezik (pl. SRTM, ASTER GDEM), amelyek alternatívát nyújthatnak a geomorfológiai kutatások domborzatra vonatkozó adatigényeihez, ezek azonban vegetációval borított területeken nem a valós domborzatot adják vissza.

A légi távérzékelés fejlődésével, különösen az aktív szenzorok alkalmazásával új dimenziók nyíltak a nagy kiterjedésű területek domborzati viszonyairól való gyors és nagy pontosságú adat előállításban. A bemutatásra kerülő felmérés során alkalmazott LIDAR technológia alkalmazásával nagy területről, rövid idő alatt, nagy pontosságú térbeli adat állítható elő, időjárási körülményektől függetlenül, akár a vegetációs időszakban is pontos adatokat eredményezve a felmért terület domborzatáról. A kutatás célja a technológia és az ehhez kapcsolódó feldolgozási módszerek alkalmazhatóságának vizsgálata a karsztos vízelvezetés domborzati formáinak azonosításában.

A munkaterület bemutatása

A módszertani jellegű vizsgálat lefolytatásához mintaterületnek az Aggteleki-karszt teljes felmért területén belül egy 10 km^2-es területet választottam, ahol nagy arányban jelenik meg a karsztos vízelvezetés felszíni formakincse. A takaróredős szerkezetű Aggteleki-hegységben a K-Ny-i csapásirányú redők által tagolt területen a Jósvafői-fennsík területét jól karsztosodó, középső-triász, világos színű, vastagpados Wettersteini Mészkő és Dolomit Formáció rétegei alkotják. Felszíne eróziós völgyekkel felszabdalt, forrás- és víznyelőbarlangokban viszonylag gazdag töbrösödött területté alakult át. Az oldódásos eredetű töbrök a közel lévő karsztvízszint miatt közepes- és kisméretűek (Láng 1955, Zámbó 1998). A mintaterületen különböző genetikájú (főként oldásos és szuffóziós) töbrök fordulnak elő.

A LIDAR technológia

A LIDAR egy aktív távérzékelési technológia, amely nagy mennyiségű távmérési adatot képes gyűjteni nagyon rövid időn belül. A mérés alapelve a következő: a szenzor lézersugarat bocsát ki a földfelszín felé, és méri a visszaverődés idejét, amiből távolságot számol. A nagy pontosságú navigációs rendszernek köszönhetően a szenzor helyét és helyzetét pontosan ismerjük, a mért távolság alapján a visszaverődési pont koordinátái meghatározhatók. Egy kibocsátott lézerimpulzus többszörös visszaverődésének detektálása lehetséges, az impulzus terjedése során különböző magasságú objektumokkal is kölcsönhatásba lép, így az energiájának egy része a legközelebbi objektumról verődik vissza, a fennmaradó rész tovább halad és később reflektálódik. Így pl. erdős területen az impulzus egy része a korona szintről verődik vissza, míg a maradék része eljut a talajig, a felszínről is információt nyújtva, így végeredményként domborzatmodell is előállítható.

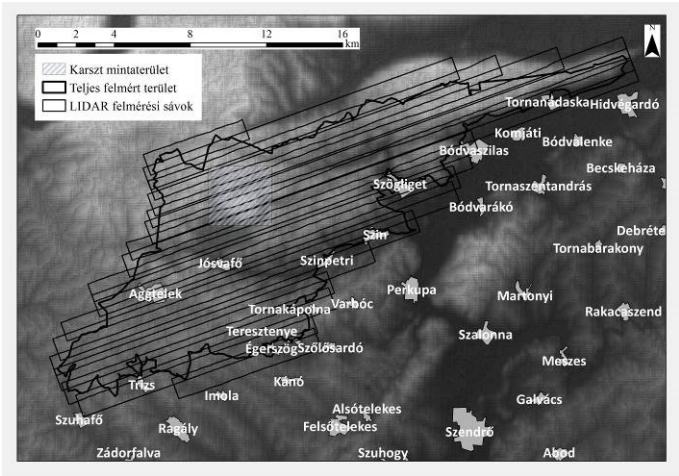
A légi felmérés

Az Aggteleki Nemzeti Park teljes területének felmérésére, tiszta időjárási körülmények között 2013. július 20-án került sor egy kb. 3 órás repülési kampány keretein belül (*1. ábra*).

Mivel az adat előállítás célja nem kifejezetten karsztkutatási célú volt, hanem a Nemzeti Park területének átfogó felmérése, a lézerszkennelést (logisztikai okok miatt) már lombos időszakban hajtottuk végre. A felméréshez Leica ALS70-HP típusú lézerszkennert használtunk, amely egy távérzékelési

célú Cessna C-206 Skywagon egymotoros repülőgépbe került beépítésre.

A repülés megtervezéséhez és a repülési paraméterek meghatározásához (*1. táblázat*) SRTM domborzatmodellt használtunk, ennek segítségével biztosítható volt a teljes adatfedés a munkaterület nagy domborzati különbségei ellenére is.



1.ábra A munkaterület bemutatása domborzati alaptérképen

1. táblázat A LIDAR felmérés repülési paraméterei

Felmért terület mérete	165 km^2
Repülési sávok száma	17
Repülési magasság (terepszint felett)	1200 m
Sávszélesség	1220 m
Repülési sebesség	185 km/h
Szkennelés látószöge	54°
Lézerimpulzus kibocsátási sűrűsége	200 kHz
Elért pontsűrűség	7 pont/m^2
Repülési sorok közötti átfedés	20%

Adatfeldolgozási módszerek

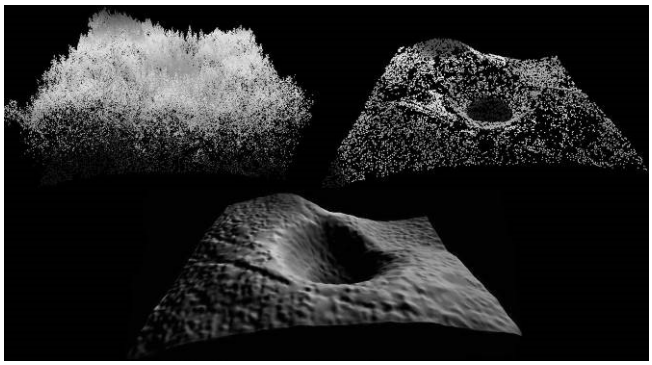
A feldolgozási folyamat első lépéseként a felmérés során rögzített repülési nyomvonalakat földi referencia állomások (FÖMI) utókorrekciós adataival pontosítottuk. A nyers adatokból a pontos GPS/INS adatok, a rendszer kalibrációs adatok alapján UTM vetületi rendszerű LAS kiterjesztésű pontfelhő pásztákat állítottunk elő. Az így előállított adathalmazt 1x1 km-es blokkokra osztottuk fel az óriási adatmennyiség hatékony feldolgozása érdekében.

Az adatból való információkinyerés egyik kulcspontja a talajpontok leválogatása volt, ezt Terrascan szoftver használatával végeztük el. Az eljárás során több lépésben ismétlődő szabálytalan háromszögháló (TIN) sűrítés módszerével, egy paraméterezhető küszöbértéken belüli – adott szög alatti és távolságon belüli - pontok kerülnek hozzáadásra a háromszögháló pontjaihoz, amelyek a biztosan talajfelszínről visszaverődő pontokat jelentik. A talajosztályozó algoritmus alkalmazása után további félautomatikus szűrők segítségével eltávolítottuk a vertikálisan kiugró hibapontokat. Következő lépésben a leválogatott talajpontok alapján TerraMatch szoftver alkalmazásával korrigáltuk a repülési sávok közötti apróbb vertikális különbségeket. A pontfelhő további osztályozását – a vegetáció és épületek pontjainak leválogatását – is a TerraScan félautomatikus algoritmusainak segítségével végeztük el. A pontfelhő vizuális elemzésével megállapítható volt, hogy a vegetációval sűrűn borított területekről (a karsztos területekről) is elegendő mennyiségű visszaverődést kaptunk (*2. ábra*).

Az osztályozott és ellenőrzött LAS pontfelhő talajpontjaiból TIN modellt, ebből pedig lebegőpontos TIF formátumú raszter DTM-et interpoláltunk a teljes mintaterületre. Ezzel megkaptuk a munkaterület pontos és megfelelő részletgazdagságú domborzatmodelljét.

A LIDAR adatokból generált domborzatmodell, valamint az ebből ArcMap szoftverrel készített lejtőkategória térkép vizuális elemzésével azonnal azonosíthatóvá váltak a mintaterületen előforduló dolinák.

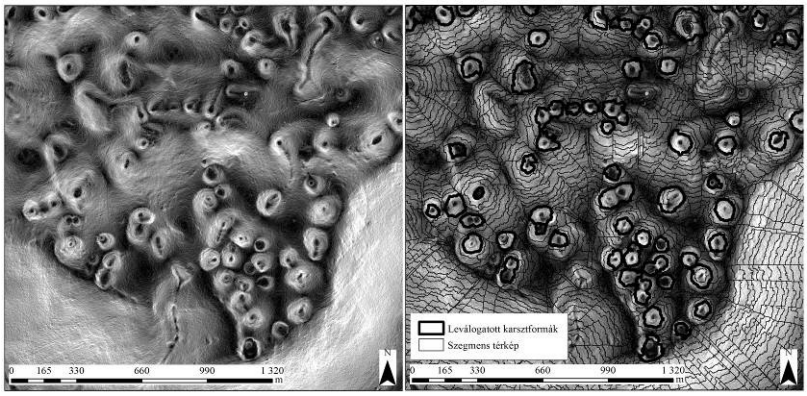
A dolinák – mint pontszerű célobjektumok – leválogatása a LAS pontfelhő állományon a Terramodeler modul 'Find peaks and pits' eszközének felhasználásával bizonyult a leghatékonyabbank. Az algoritmus az adott területegységre eső lokális minimumokat határozta meg nagy pontossággal.



2. ábra Az osztályozatlan pontfelhő részlete (balra fent), a leválogatott talajpontok (jobbra fent) és a talajpontokból interpolált dolina terepmodellje (alul)

A töbrök térbeli egységeinek poligonokkal való lehatárolása a vártnál nehezebb feladatnak bizonyult, ugyanis az ArcGIS Spatial Analyst releváns (Hydrology) eszközei abban az esetben adtak kielégítő eredményt, ha a töbröket külön egységként kezeltük, így ez a módszer nem felelt meg a célkitűzésnek. A dolinák leválogatását így szegmentálás segítségével kíséreltük meg eCognition szoftverrel.

Az eljárás során a vizsgált területet a LIDAR alapú geometriai információkat hordozó rétegekek pixel értékei alapján homogén foltokra, szegmensekre bontjuk (Czimber 2002, Kristóf 2005). A szegmentáláshoz a LIDAR alapú DTM-et, valamint az ebből derivált lejtőkategória és kitettség térképet használtuk fel (*3. ábra*). A leválogatási folyamat kulcsa a töbrök horizontális kiterjedését legjobban megközelítő szegmensek előállítása volt, mivel a töbrök térbeli helyzetét reprezentáló pontszerű vektorgrafikus állomány a pontfelhőből már a rendelkezésünkre állt, ennek segítségével lehetővé vált a töbör szegmensek leválogatása.



3. ábra A vizsgált terület lejtőkategória térképe (balra), valamint a szegmenstérkép a leválogatott dolinákkal (jobbra)

Eredmények

A mintaterületen 111 db olyan objektum került leválogatásra, amelyek nagy valószínűséggel különböző genetikai típusú dolinákat (néhány esetben összeolvadt dolinákat) jelölnek. A kutatás jelen szakaszában még nem volt cél a töbrök morfometriai jellemzése vagy genetikai csoportokba való besorolása, csupán a technológia alkalmazhatóságát hivatott megvizsgálni. A dolinák pontosabb lehatárolásához, térbeli dimenziójuk jellemzéséhez, esetleges csoportosításához a megkezdett vizsgálatok folytatására, valamint terepi hitelesítő adatokra van szükség.

Következtetések

A modern távérzékelési eljárásokkal előállított adatok és az azokból korszerű térinformatikai módszerekkel kinyerhető információ napjainkban számos természetföldrajzi kutatás kulcsfontosságú alapadatává lépett elő (Angel et al. 2004). Légi lézerszkennelt adatok alkalmazásával rövid idő alatt, nagy területre kiterjedően olyan nagy pontosságú geometriai információkhoz juthatunk, amelyek részletgazdagságukkal hozzájárulhatnak a karsztterületek pontosabb megismeréséhez (Filin et al. 2010). Az elsődleges vizsgálat alapján a módszer térbeli felbontásának köszönhetően alkalmas a felszíni karsztformák vizsgálatára, ugyanakkor az eredmények hitelesítéséhez elengedhetetlen fontosságú a terepi kontrollmérések megléte.

Felhasznált irodalom

Angel, JC.–Nelson, DO.–Panno, SV. (2004): Comparison of a new GIS-based technique and a manual method for determining sinkhole density: An example from Illinois' sinkhole plain. Journal of Cave and Karst Studies 66 (1): 9-17.

Czimber K. (2002): Geoinformatika, jegyzet, Sopron, 101 p.

Filin, S.–Baruch, A. (2010): Detection of sinkhole hazards using airborne laser scanning data. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 76 (5): 577-587.

Jakucs L. (1971): A karsztok morfogenetikája. Akadémiai Kiadó. p. 310.

Király G. (2004): Domborzatmodellek előállításához felhasználható forrásadatok összehasonlító vizsgálata. HUNDEM 2004, Miskolc. CD kiadvány

Kristóf D. (2005): Távérzékelési Módszerek a Környezetgazdálkodásban, PhD dolgozat, SZIE-KTI, Gödöllő, 146 p.

Láng S. (1955): Geomorfológiai tanulmányok az aggteleki karsztvidéken. – Földr. Ért. 4. 1. pp. 1-17.

Nicod J. (1975): Relations debit-teneurs et debit-corrosiondans le karsts mediterraneens. Proc. 6th Internat. Congr. Speleol., Olomouc, Czeschoslovakia, 1973,4,pp.271-276.

Szabó G. (2010): Különböző módszerekkel előállított kvantitatív térképi adatbázisok pontosságának összehasonlító vizsgálata. In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában: Térinformatikai konferencia és szakkiállítás Debrecen, 2010 / szerk. Lóki József, Demeter Gábor, Rexpo Kft., Debrecen, 419-425, 2010.

Winkler P. (2006): Nagyfelbontású digitális domborzat modell az ország teljes területére (ELK-DDM-51). Termékismertető, www.fomi.hu

Zámbó L. (1998): Felszínalaktani jellemzés. – In: BAROSS G. (szerk.): Az Aggteleki Nemzeti Park. Mezőgazda, Budapest, pp. 70-96.

Biodiversity estimation by agent logic

Ervin Wirth[1] – Anna Czinkóczky[2] – György Szabó[3]

[1] lecturer, University of Technology and Economics,
Department of Photogrammetry and Geoinformatics, wirthervin@gmail.com
[2] associate professor, Corvinus University of Budapest,
Landscape and Settlement Analytic Laboratory, annaczinkoczky@gmail.com
[3] associate professor, University of Technology and Economics,
Department of Photogrammetry and Geoinformatics, gyszabo@eik.bme.hu

Abstract: The case study depict an implementation of logical agents on the Hungarian Great Plains to calculate biodiversity as a relative indicator. The described method can be used on any territory.

Introduction

Biodiversity, sustainability and other ecological aspects have been given a lot of public attention and support from local and regional authorities. Landscape designers however, mostly focus on functionality and aesthetic criteria, ecological and energy balance is not really considered in design. Hence, the sustainability of the area in the long term is rather questionable.

It is relatively simple and costless to examine the possible long term effects and outcomes of a new regulation concerning land use change without ruining or irreversibly altering nature using computer simulation (i.e. ABM - agent-based model).

Our area of investigation is a randomly chosen region in the Great Hungarian Plain, which can be considered a typical Hungarian area. Nevertheless, it is also an arid and problematic place which was a fertile and productive land long time ago. However, during the last centuries the river control and extensive agriculture depleted and eroded the land.

However, because of its size, it would be essential to find possible scenarios of revitalization that can be converted from atomic scale (individual level) and effectively aggregated into a regional action plan.

Agent-based methodology

According to the Geodesign framework introduced by Carl Steinitz (2012) ‘in the agent-based approach, the future state of the study area is the

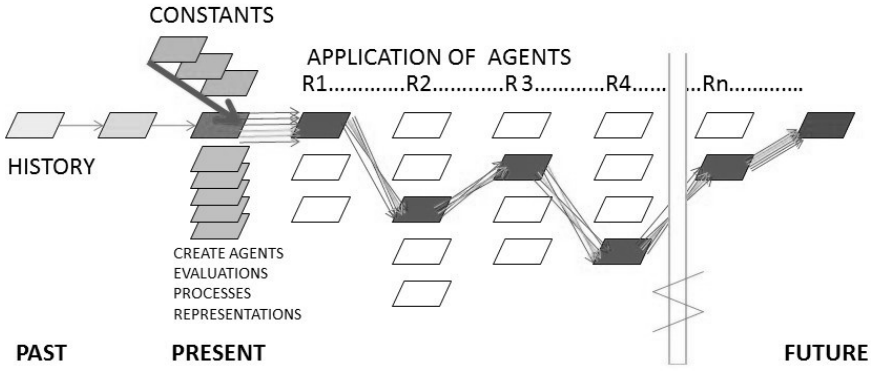


Fig. 1. Agent based method represented by Carl Steinitz

result of interactions among policy and design decision that direct, attract or constrain the independent but rule-based actions of independent agents' which can be represented by the following *Fig. 1*.

Selection of the study area

Our aim was to provide a general method for mapping the biodiversity potential using ABM on an environmentally problematic region (i.e. land affected erosion, flood, aridity, depletion). This justifies the selection of the Great Hungarian Plain which possesses the all the main features of a typical Hungarian and Eastern European. This region was a fertile lowland centuries ago, but it has been depleted due to greedy and haphazard land policies and it is so large that it also extends into eastern Croatia, northern Serbia, and western Romania and the Ukraine. Its total area is about 100,000 square km, out of which about 52,000 square km lies within Hungary.

Developed method: Random Walk Scouting (RWS)

Our agents (landscape scouts) are performing a stochastic random walk by making a parameterized step in a random direction. The cells consist the land cover values derived from the CLC (Corine Land Cover nomenclature).

This is a random, stochastic simulation (Markov Chain Monte-Carlo method, MCMC) on a study area such that at each time period (t) the land use values of a visited cell are recorded and being compared to the land use

values of the cell visited by the same agent in the previous time period (t-1). The cells represent static parameters, while the agents are dynamic parameters of the model.

If there is a difference in the land-cover values of an agent between the tth and the (t-1)st periods, it means that the land-use changed in the observed agent-year (t) compared to the previous year (t-1), so the agent stepped to a new type of land. In this case the value of the landscape potential is increased by one. Since the agents move independently, the landscape potential will be the cumulative sum of those agents "who" observed a change in land-use during the consecutive years. The time interval (number of "ticks") can also be increased. Due to the static world and the randomness of algorithm with a high number of parameters (time and agents) we can reach a quasi-deterministic value, which can truly approximate the biodiversity potential of landscape. (See pseudocode at appendix.)

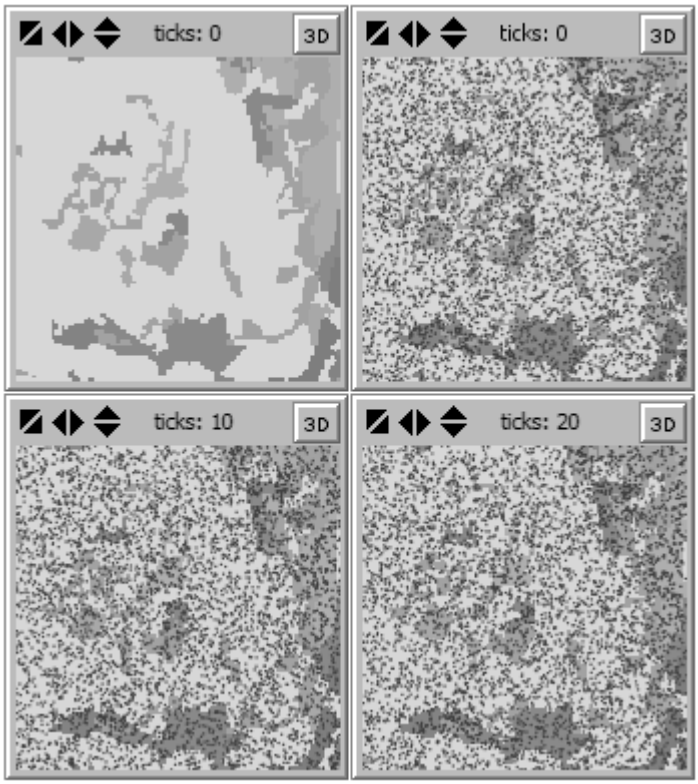


Fig. 2. Agent w0orld in three wandering epoch (without, with 5000 scouts, after 10 and 20 years). The agents step size is one cell-wide length in a period.

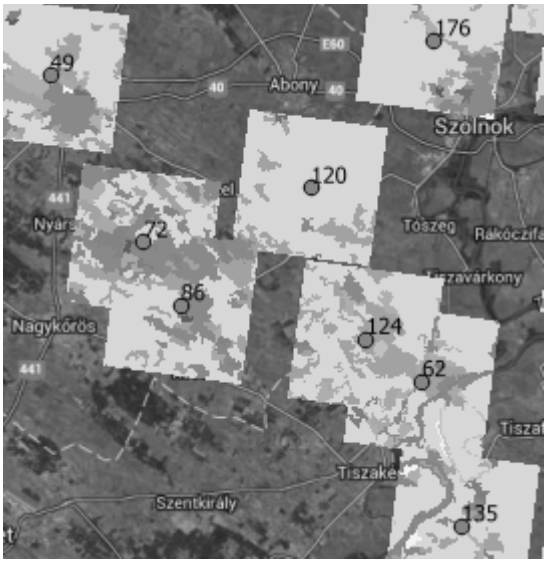


Fig. 3. Running the algorithm on 2000 random worlds on the Great Hungarian Plain with 5000 agents through 20 years. (Illustration of random world sampling)

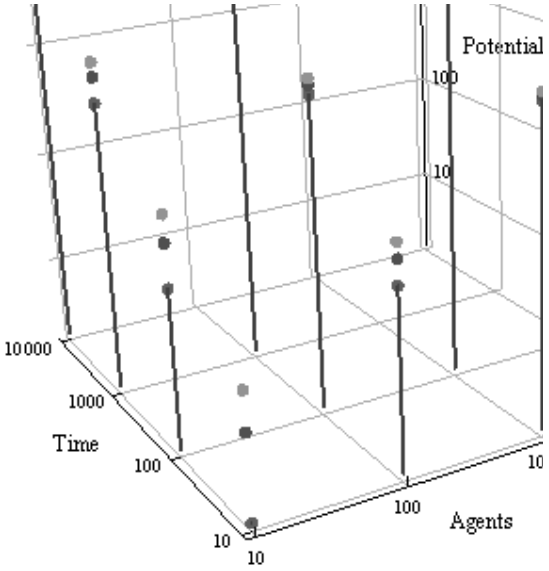


Fig. 4. Rerunning the RWS algorithm with different parameter settings on Fig. 1's world 100 times. The vertical points represents from bottom: lower 95% confidence interval boundary - mean potential - upper 95% confidence interval boundary

Setup worlds, analyze

The workspace is a 200 km x 200 km area on the Great Hungarian Plain, which subdivided into smaller 10 km x 10 km sub-spaces (worlds). In our

case a world contains 100 x 100 cells (*Fig. 2*), and one cell represents 100 x 100 meters (1 hectare) on the ground. We picked 2000 random worlds on the workspace (*Fig. 3*).

The change of the parameters (number of agents and time) results in different potential values. The potential is directly proportional to the number of parameters. The error of the prediction shown in *Fig. 4* indicates that as the number of agents or the time periods are increasing, the model becomes a deterministic one.

Result map, summary

The RWS MCMC computed integral yields the biodiversity potential. The created biodiversity potential map can display the 'Greening-less' areas of the plain. The developed RWS Markov Chain Monte Carlo method can derive a value proportional to the sum of borders (perimeters, surfaces), if the agent (scout) does not have any extra ability. The method can be extended with the implementation of other properties i.e. speed or memory of agents (the agent-speed could depend on land cover type, forest-slow; or "remember" the landscape values for longer time intervals). In this case the result gets complicated and need further investigations.

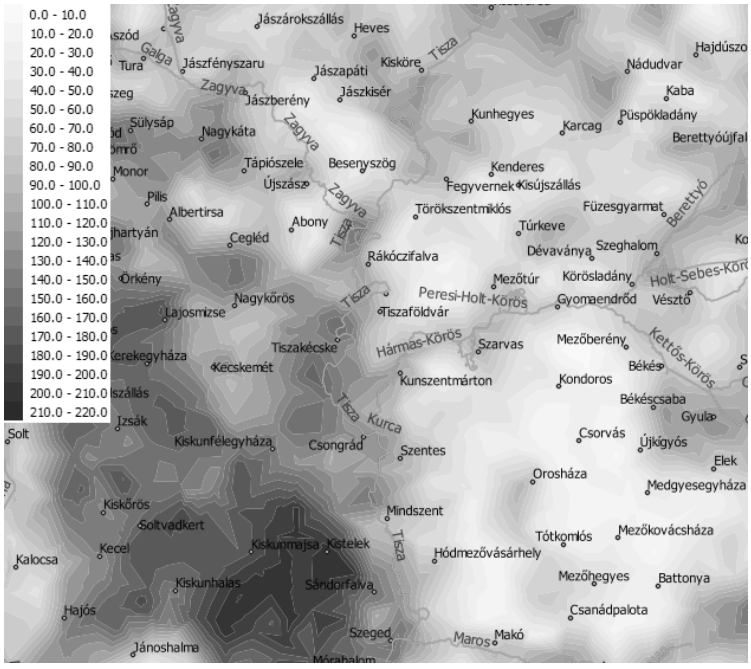


Fig. 5. Biodiversity potential map of the Great Hungarian Plain with isopotential lines. The shown potential values are normalised (divided by 100)

Appendix: RWS pseudocode

Algorithm 1 To calculate potential as Markov Chain Monte Carlo integral

```
1: function RWS(years)                          ▷ years is a positive integer
2:     i ← 0
3:     potential ← 0
4:     while i < years do
5:         for scouts do
6:             Get the covername you stand, and
7:             save it to "Previous" dictionary ▷ key is Scout ID, value is covername
8:             Go forward a step
9:             Rotate random
10:            if (Get the covername you stand) ≠ (Value stored in "Previous") then
11:                potential ← potential + 1
12:            end if
13:        end for
14:    end while
15:    return potential
16: end function
```

References

Smith, M. J.–Goodchild, M. F.–Longley, P. A. (2009): Geospatial Analysis, Matador, Leicester

Steinitz, C. (2012): A Framework for Geodesign, ESRI Press, Redlands, California

Russell, S. J.–Norvig, P. (2003): Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall, New Jersey

Debreceni szuperszámítógép szolgáltatások a kutatásban

Gál Zoltán[1] – Gaál István[2]

[1] központvezető, Debreceni Egyetem Szuperszámítógép (HPC) Központ, zgal@unideb.hu
[2] tanszékvezető egyetemi tanár, Debreceni Egyetem, TTK, Algebra és Számelmélet Tanszék, gaal.istvan@unideb.hu

Abstract: High Performace Computing (HPC) became an important tool in the last decade not only in the applied but in the pure research activity, as well. Dematerialization method provides strong and repetitive possibilities for the researchers to execute simulation of different processes. Having huge amount of parameters and data to process during the simulation, HPC usage is the only solution today to get results within a reasonable time interval. In Hungary the HPC usage initiated in the middle of 1990s and HPC service started after 2000. Several dozens of research projects were using the HPC service provided by the National Information Infrastructure Development Institute. HPC services started to be used by the researchers from the University of Debrecen (UD) after 2010. Based on a national resources several HPC systems were installed at this higher education institute. Having good experience of usage and provision of HPC services, UD became and remains for the next decade national wide HPC service center in Hungary.

Bevezetés

A szuperszámítástechnika (HPC – High Performance Computing) mára elérte fejlettségének, szolgáltatási színvonalának érettségi fokát. Hasonlóan más IKT területekhez, ez is termelő erő státuszt szerzett és nélkülözhetetlen a felhasználói célcsoportok számára. A gazdasági világhelyzet a kutatásban is érezteti hatását, ami az alkalmazott kutatási területeken is szemléletváltást indokolt. A költséges kísérletek anyag, helyszín, illetve eszközigénye sok esetben lehetelenné teszik speciális kutatások elvégzését. Hagyományos megközelítésben ilyen kutatási területek művelése csak a tehetősebb intézmények, országok számára adódna, kizárva ezzel a kutatók széles körétől származó sok eredeti ötlet kipróbálhatóságát, továbbfejlesztését (Hager et al. 2010).

A dematerializáció egy olyan megoldás, amely az utóbbi években egyre nagyobb figyemet kapott és a tudományos kutatásban is katalizáló szerephez jutott. A fizikai anyag nélküli kísérletek elvégzése mára olyan módszer, amely adott kísérlet tetszőleges számszor való elvégzését, más jellemzőkkel való ismétlését is lehetővé teszi. E módszert szimulációnak nevezzük, ami tulajdonképpen a fizikai folyamatoknak matematikai modellezésen alapuló szoftveres módszere. Nem a konkrét anyaggal történik a kísérlet elvégzése, hanem a modell szerinti folyamat időbeni lezajlásának elemzése valósul meg

(Szeliski, R. 2010).

A szimuláció dedikált számítógépeken futtatott speciális, vagy erre a célra fejlesztett szoftver kód. A kísérlet elvégése ezáltal nem fizikai, hanem virtuális környezetben történik. Természetesen lehetséges olyan eset is, ahol adott fizikai esemény vagy események sorozatából származó adatok feldolgozása alapján történik a folyamat kiértékelése, majd ez alapján az alap folyamat visszirányú vezérlése is. Így a kísérlet számára szükséges fizikai helyigény lényeges mértékben lecsökken, extrém esetben a kísérletet végző személy fizikai környezetében ez nulla lehet (Hager et al. 2010).

A dematerializált szimuláció nem más, mint számítógépen futó program. A folyamat komplexitásától függően a jelenséget befolyásoló paraméterek száma nagyon nagy, akár több millió vagy milliárd is lehet. Ilyen folyamatok esetén a szükséges hardver a klasszikus asztali vagy szerver gépek teljesítményének több nagyságrenddel nagyobb változata. A nagy számolási kapacitás előállítására az elmúlt évtizedekben több megoldás is született. Mindegyik esetben többprocesszoros rendszerről beszélhetünk. A gép által végrehajtott utasításfolyam (Instruction Stream), illetve feldolgozott adatfolyam (Data Stream) gépen belüli szervezése szerint a Flynn féle osztályozást tekintik mérvadónak. Kezdetben az SIMD (Singe Instruction Stream on Mutiple Data Stream) alapú mainframe gépek, mára az MIMD (Multiple Instruction Stream on Multiple Data Stream) alapú szuperszámítógépek képesek kivárható időben lefuttatni a komplex szimulációs programokat.

Újabb adatokkal és/vagy megváltoztatott paraméterekkel időben párhuzamosan futtathatók a szimuláció további példányai is. Ezáltal ugyanacsak anyag nélkül, egyidőben kapjuk meg több hasonló kísérlet eredményeit. Könnyen belátható, hogy a futtatott szimulációs módszer idő, illetve költség szerinti hatékonysága felülmúlja a klasszikus formában alkalmazott kutatási módszereket.

Lazán csatolt többprocesszoros rendszerek kategóriájában a sok kis gépet hálózat segítségével magába integráló grid megoldások is alkalmazhatók, de koncenrált tárolási, illetve feldolgozási kapacitás, valamint a futtatott program skálázhatósága miatt a szuperszámítógépek egyre nagyobb teret hódítanak. A mára divatos cloud szolgáltatások a klasszikus üzleti folyamatok hatékonyságát erőteljesen emelik. Ez nem zárja ki tetszőleges IKT szolgáltatás, így a szuperszámítógép igény szerinti felhasználását sem.

Szuperszámítógép-szolgáltatás előzmények a magyar felsőoktatásban

Magyarországon már a kilencvenes években az akkor hozzáférhető viszonylag olcsóbb technológiát, a személyi számítógépekre épülő grid rendszert is használták nagyobb számolási teljesítményű szolgáltatás célból. Így az MTA SZTAKI, illetve az NIIFI (Nemzeti Információs Infrastruktúra Fejlesztési Intézet), budapesti intézetekben ilyen rendszerek készültek. Ilyen célokra Linux operációs rendszert használtak és több ezer PC Internet feletti kapcsolódása, valamint az ehhez szükséges virtualizációs szoftver és ütemező biztosította a logikai értelemben vett nagygépes szolgáltatást. Országos viszonylatban 2001-ben közel másfél ezer PC kapcsolódott ebbe a rendszerbe. A felsőoktatási intézmények által központi pályázaton elnyert hallgatói terminálterem funkciójú homogén gépparkok éjszakai üzemmódban grid szolgáltatást nyújtottak. Mivel azonban gépenként csak 256 MB RAM állt rendelkezésre, így a nagyméretű adathalmazok feldolgozása csak részenként és bizonyos mértékben szekvenciális formában lehetséges (Kacsuk P. 2002).

Ebben az időben terjedt el többszámítógépes környezetben a PVM (Parallel Virtual Machine), illetve az MPI (Message Passsing Interface), ingyen hozzáférhető szoftver megoldások használata. Előbbi akár heterogén hardver, illetve operációs rendszer környezetben is fut és elsősorban a párhuzamos programozás oktatását támogatja. Ahogy nevéből is látható, a PVM egyetlen párhuzamos virtuális gép platformként működik. A virtuális gépben az erőforrásokat (memória, háttértároló, stb.) speciális library rutinok segítségével lehet elérni, de lényeges késleltetési idő jellemzi a távoli gépen található erőforrások hozzáférését. Az MPI korszerűbb megoldás és üzenetek küldésén alapul. Itt is speciális library rutinok biztosítják az erőforrások elérését, amit interfészként kezelnek az alkalmazások. Érdekessége e két szoftvernek hogy még ma is használhatók, akár szuperszámítógép környezetben is, biztosítva ezáltal a régi programkódok hordozhatóságát (Kacsuk P. 2002).

Az NIIFI 2001-ben indította el két SunFire 10K szerveren az első SMP (Symmetric MultiProcesor) alapú, országos szuperszámítógép szolgáltatást. Ezt 2005-ben SunFire 15K gépekre cserélte, így a gépenként 72 darab CPU és 164 GB RAM kapacitás a világ szuperszámítógeit félévente rangsoroló TOP500 akkori listájába emelte országunkat (Máray T. 2001). A rendszeren több mint hatvan kutatási projekt futott és megalapozta elsősorban a fővárosi egyetemek és kutató intézetek körében e kultúra használatát (Stefán P. 2002). Az ezredforduló után Budapesten, Győrben és Szegeden egyetemi környezetben is léteztek többprocesszoros rendszer kialakítási és felhasználási projektek (Stefán P. 2002). Ezek alkalmasak voltak a párhuzamos rendszerek

működésének és programozásának megismerésére, illetve hozzá méretben illeszkedő gyakorlati feladatok (időjárás adatok elemzése, kémiai folyamatok szimulálása, képfeldolgozás, stb.) megkeresésére (Máray T. 2001).

2011-ben az NIIFI koordinációjával a Debreceni Egyetemre (DE), a Pécsi Tudományegyetemre (PTE), a Szegedi Tudományegyetemre (SZTE), valamint az NIIF Intézethez egy négy csomópontos HPC rendszer telepítésére került sor (*1. táblázat*).

A lehetséges három HPC architektúra megjelent: MPP (Massive Parallel Processing), SMP (Symmetric MultiProcesor), Cluster/Blade. A fogyasztott elektromos energia egyik helyszínen sem haladja meg a 60 kW értéket. A Linux operációs rendszerrel ma is működő node-okon a klasszikus fordító programokon kívül (Fortran 77, Fortran 90, C, C++, stb.) különböző statisztikai programcsomagok (Matlab, Gaussian, Maple, stb.), illetve egyéb szimulációs szoftverek futnak.

A rendszer felhasználóinak száma mára meghaladja a 600-at és szerves részét képezi az EU által FEDERICA projektben létrehozott európai HPC szolgáltatásnak.

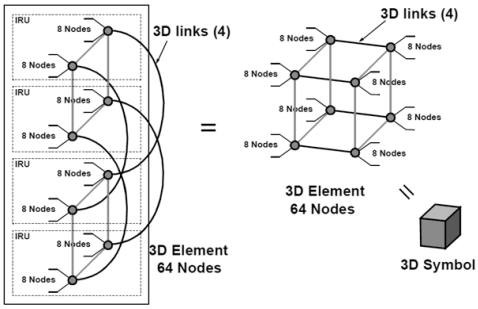
1. táblázat Magyar felsőoktatási HPC csomópontok jellemzői

Helyszín	Gyártó	Architektúra	Teljesítmény [TFLOPS]	RAM (GB)	CPU mag (db)	Storage (TB)
Budapest	HP	fürtözött	5,28	2 048	768	60
Debrecen	SGI	MPP	18,04	6 144	1 536	438
Pécs	SGI	SMP	10,5	1 536	460	445
Szeged	HP	fürtözött	14,03	5 376	2 016	200

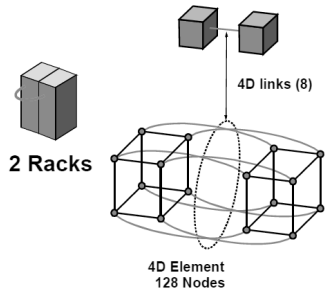
HPC fejlesztések és szolgáltatások a Debreceni Egyetemen

A Debreceni Egyetemen 2011. óta létezik szuperszámítógép. Az SGI Altix ICE 8400 típusú és MPP architektúrájú rendszer részeként működik a fentebb tárgyalt országos HPC rendszernek. A két szekrényes rendszer mindegyike négy darab IRU (Individual Rack Unit) egységet tartalmaz (*1. ábra*). Az IRU egy háromdimenziós kocka két darab nyolc szerveres csúcsát foglalja magába. Ezáltal egyetlen szekrény hatvannégy szervere (CN – Compute Node) háromdimenziós kocka topológiában kapcsolódik egymáshoz (Gál Z. 2012). A két szekrény együtt egy négydimenziós kockát alkot (*2. ábra*).

A CN szerverek mindegyike két darab hat magos CPU-t, valamint magonként 4 GB RAM-ot tartalmaz. Így a rendszer 6 TB RAM kapacitása és



1. ábra A debreceni HPC gép egyetlen szekrényén belüli kapcsolatok



2. ábra Az SGI Altix ICE 8400 gép topológiája

1536 CPU magja, a CN szintű 48 GB operatív memória, illetve 12 db CPU mag 128-szorosa. A CN szerverek egymáshoz blokkolás mentesen QDR Infiniband (40 Gbit/s) technológiával kapcsolódnak. A RAID 5 konfigurációba kapcsolt storage rendelkezésre álló kapacitása 438 TB. Ez 2012-ben további 0,5 PB tároló kapacitással bővült (Gál Z. 2012).

A rendelkezésre álló HPC rendszer használatának elterjesztésében komoly szerepet játszott a TÁMOP-4.2.2.C-11/1/KONV-2012-0010 kódú és HPC-NVL (Szuperszámítógép, a Nemzeti Virtuális Laboratórium) nevű, két éves futamidejű projekt (Dombi Gy. 2014). Ennek keretében a Debreceni Egyetem a másik három HPC gépet befogadó intézménnyel közösen megcélozta a rendszer belső bővítését, a HPC használatát segítő szoftveres fejlesztést, valamint a HPC kultúrának az ország egészére keterjedő népszerűsítését. A DE-n hatvenkét kutató tíz munkacsoportban, különböző tudományterületek köré csoportosítva 2012-2014 között végezte a HPC-vel kapcsolatos kutatási tevékenységét (*2. táblázat*).

A DE-n vállalt feladatok a következő munkacsomagokat tartalmazták:

1) Felhasználói job-ok optimális futtatási környezetének kialakítása HPC környezetben; 2) Matematikai alkalmazások HPC-n; 3) Fizikai alkalmazások HPC-n; 4) Kémiai Eszköztár HPC-n; 5) Élettudományok HPC alkalmazásai (biológiai és orvostudományok); 6) Mezoskálájú numerikus időjárás előrejelző

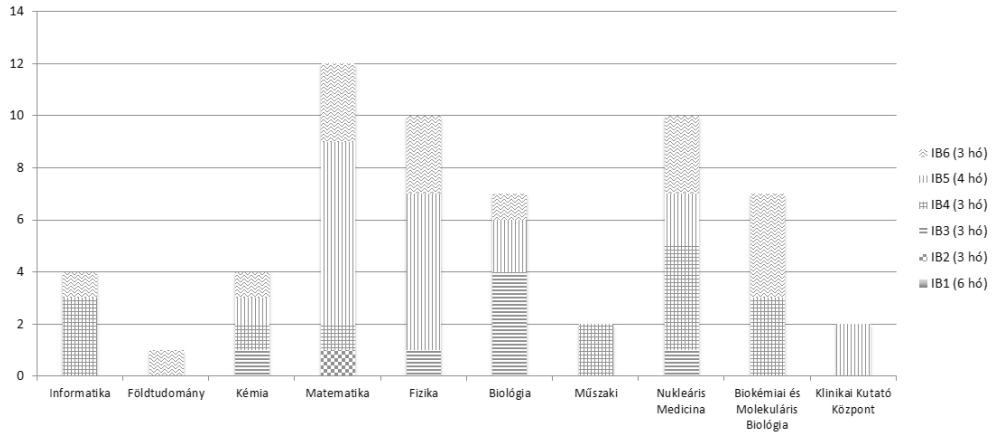
2. táblázat Tudományterületenkénti HPC kutatók a DE-n (összesen 62 fő)

Tudomány-terület	Informatika	Földtudomány	Kémia	Matematika	Fizika	Biológia	Műszaki	Nukleáris Medicina	Biokémiai és Molekuláris Biológia	Klinikai Kutató Központ
Létszám	3	4	9	15	8	6	3	8	10	4

modell adaptációja HPC-n; 7) HPC alaphasználat támogatás; 8) HPC alapú oktatás/kutatási tevékenység támogatás; 9) HPC alapú kutatási eredmények megjenítésének támogatása (vizualizáció).

A hat időszaki beszámoló (IB) alkalmával jelentős mennyiségű publikáció elkészítéséről számolhattunk be, amelyek a HPC használatra épültek (ld. *3. ábra*). Az informatikai területen a HPC rendszer hatékonyságának elemzésével kapcsolatos IEEE publikációk születtek, amelyek a HPC rendszer működésének javításában játszottak szerepet. A többi tudományterületen a kutatók a HPC-t mint eszközt használták a számoláson alapuló kutatási tevékenységük elvégzéséhez (Dombi Gy. 2014).

Az utolsó három munkacsomag a HPC eszköz használatával kapcsolatos speciális know-how átadását valósította meg. Ennek keretében harmincnégy alkalommal tartottunk előadásokat, amelyek diasorai, illetve videó anyagai a projekt honlapján érhetők el (https://hpc-nvl.unideb.hu/). Nem csak egyetemi környezetből kértünk fel tapasztalt előadókat, hanem az NIIFI-et és a HPC gyártókat (HP-Hewlet Packard, SGI-Silicon Graphics International) is megszólítottuk, hogy az európai képviseletük által ismertessék a szuperszámítástechnikával kapcsolatos szakmai álláspontjukat. Mindezen képzések sikeresen járultak hozzá ahhoz, hogy a kutatók gyakorlati jártasságot szerezzenek a HPC felhasználás területén. Utólag is visszajelzések jönnek, hogy a HPC-t használó kutatók sikeresen tanultak bele a rendszer használatába és megelégedéssel alkalmazzák a továbbiakban is (Dombi Gy. 2014). Az országos HPC rendszer továbbfejlesztése 2013. év végén indult el, aminek keretében az NIIFI és a DE együttműködési megállapodást kötött az új gép befogadására vonatkozóan. Az egyetem zöldmezős beruházás formában erre a célra egy épületet épített fel, 150 m^2 hasznos gépterem területtel. Ide



3. ábra Időszaki beszámolónként a HPC-vel kapcsolatos publikációk a DE-n

került elhelyezésre 2015. év elején a Leo névre keresztelt új szuperszámítógép (*3. táblázat*). A gépterem a legkorszerűbb épületgépészeti technológiákkal (nedves és száraz klíma, több lépcsős szünetmentes energia ellátás) van felszerelve, ami további skálázási lehetőségeket is nyújt.A rendszer minél hatékonyabb kihasználása érdekében az egyetem 2015 elejétől létrehozta a DE HPC Központot, amelynek feladatai közé tartozik többek között a kutató felhasználókkal való szoros szakmai kapcsolattartás, valamint más belföldi és külföldi hasonló központokkal való együttműködések kialakítása, közös EU-s projektek generálása érdekében.

3. táblázat Magyarország legnagyobb HPC gépe 2015. elején

Név	Gyártó	Architektúra	Teljesítmény [TFLOPS]	RAM (GB)	CPU mag (db)	Storage (TB)
Leo	HP	fürtözött	197,21	7 168	1 792	~7.000

Külön ki kell emelni azt a törekvést, ami külső cégek bevonására irányul. A gyakorlatban adódó nagy számolási feladatok elvégzése az egyetemmel közös kutatások keretében szervezhető. Ezzel is erősíteni óhajtjuk az felsőoktatásban az alkalmazott kutatás és a gyakorlatban megjelenő szimulációs feladatok elterjesztését.

Ez a típusú együttműködés úgy az egyetemi kutatók, mint a dematerializációs lehetőségeket szükségszerűen felhasználó cégek számára kölcsönösen előnyös eredményekhez vezet.Egyetemi és országos HPC fejlesztési tervek a közeljövőben

A DE-n kialakított HPC Központ gépterme jelenleg 50%-os telítettséggel működik. Már most folyamatban van a gép egy további hardveres bővítése, aminek kivitelezése 2015. év végére várható. A tervek szerint további 0,4-0,5 PFLOPS számolási teljesítmény elhelyezésére kerül sor Debrecenbe, amivel kiegyensúlyozható lesz a kutatók növekvő számolási igénye, valamint maradni tud az országos HPC számolási kapacitás a TOP500 listában.



4 ábra Új HPC Központ a DE-n



5 ábra Leo nevű gép 2015 elején

A szolgáltatások összehangolt, hatékony működtetése érdekében a DE HPC Központ és az NIIFI szoros együttműködésben végzi a rendszeren futó célszoftverek bővítését, a felhasználók témaspecifikus tájékoztatását, valamint az EU-s projektek generálást. A licenszköteles, illetve szabad szoftverek telepítése jól előkészített döntések alapján történik.

A HPC szolgáltatók számára bevált gyakorlatnak megfelelően az országos és a európai kapacitások integrálása további távlatokat nyit meg a magyar kutatók számára. Ezáltal a DE-n található országos, TIER1 kategóriájú HPC rendszer a FEDERICA vagy más EU-s projekt keretében erőforrás megosztás segítségével a hazai kutatók számára eseti extra célfeladatok esetén még nagyobb HPC teljesítmények elérését teszi lehetővé uniós forrásból. Ennek megvalósítása a következő időszak fontos szervezési tevékenységeinek egyike lesz.

Külön figyelmet kapott a gép és a környezete számára szükséges energia hasznosításának kérdése. Mivel a HPC Központ által fogyasztott 0,2-0,5 MW teljesítmény nagy része jelenleg hő formájában a levegőbe távozik, ezért a tervek szerint környezetünk megóvása érdekében a 300 méter távolságra lévő sportúszoda számára kerül majd átvezetésre a hulladékhő, egy újabb célprojekt keretében.

Összefoglalás

A Debreceni Egyetem 2010. óta látványosan vesz részt az országos HPC szolgáltatás működtetésében, illetve hardveres, szoftveres és menedzsment szintű bővítésében. Az NIIFI és a DE közötti jó együttműködésnek köszönhetően a magyar felsőoktatási HPC szolgáltatás egyedi fizikai motorjává emelkedett Debrecen. Az elvégzett infrastrukturális fejlesztések alapján a további években ez az országos szintű felsőoktatási szolgáltatás továbbra is a DE és az NIIFI együttműködésének eredményeként jelenik meg.

Mivel a skálázhatóság az IKT iparág egyik legfontosabb jellemzője, a szuperszámítógépek cloud rendszerben történő felhasználása a jövőben napi gyakorlatként várható.

A HPC felhasználók zöme a kémia, fizika, orvostudomány, műszaki, földtudományok, illetve biológia területéről van, de a nagy mennyiségű irodalmi alkotás elemzési igénye miatt a különböző bölcsészeti tudományok is alkalmazzák a szuperszámítógépet a napi kutatási munkájukhoz.

Felhasznált irodalom

Dombi Gy. (2014): Eredménykiadvány a TÁMOP-4.2.2.C-11.1/1/KONV-2012-0010, Szuperszámítógép, a nemzeti virtuális laboratórium című projekt eredménnyeiről, Debrecen, „DELA Könyvkiadó" Kereskedelmi és Szolgáltató Kft., pp. 1-182.

Gál Z. (2012): IP technológiára épülő korszerű rendszerek: ötlettől a megvalósításig (2012), SzámOkt 2012 - Nemzetközi Számítástechnikai és Oktatási Konferencia-kiadvány, Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT) - Római Katolikus Hittudományi Főiskola, Gyulafehérvár, 2012. október 11-14, ISSN 1842-4546, pp. 231-237.

Hager, G.–Wellein, G. (2010): Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers, Chapman & Hall/CRC Computational Science, pp. 1-360

Kacsuk P. (2002): Magyar Szuperszámítógép Grid projekt, Networkshop 2002 Konferencia CD kiadványa, Eger, 2002.03.26-28.

Máray T. (2001): A Nemzeti Informaációs Infrastruktúra Fejlesztési Intézet szuperszámítógépe, Networkshop 2001 Konferencia CD kiadványa, Sopron, 2001.04.18-20.

Stefán P. (2002): A Sun Grid Engine és a Globus rendszerek együttműködése, Networkshop 2002 Konferencia CD kiadványa, Eger, 2002.03.26-28.

Szeliski, R. (2010): Computer Vision: Algorithms and Applications, Springer, pp 1-979.

Development of geo-processing models for the automatic generation of navigation data used for precise industrial disaster remediation

Grégory Lucas[1,2] – József Solymosi[3] – Csaba Lénart[4]

[1] PhD student, Research Institute of Remote Sensing and Rural Development, Karoly Robert College, gregory.luc4s@gmail.com
[2] PhD student, National University of Public Service
[3] Prof. Emeritus, National University of Public Service, jozsef.solymosi@somos.hu
[4] College Professor, Research Institute of Remote Sensing and Rural Development, lenart.dr@gmail.com

Abstract: This paper introduces a research work done on the automatic preparation of remediation and navigation plans for the precise guidance of heavy equipments for the clean-up work after an industrial disaster. The input test data is a subset of the pollution thickness layer derived from the processing of hyperspectral aerial survey data of Kolontar red mud disaster. Two algorithms were developed and the respective scripts were written in Python. The first model aims at drawing clean-up parcels. The model tries four different orientations with the parcels (0, 90, 45 and 135 degree) and keeps the plan where clean-up parcels are the less numerous. The second model aims at drawing a navigation line in the middle of each clean-up parcel. The models efficiently work and achieve automatic plan generation (parcels and navigation lines). The first model application demonstrated that depending on orientation, there is 9% variation with the resulting features number so the optimal orientation identification can lead to some spare of work, time and money.

Introduction

The idea motivating this research work was born after considering the clean-up work done on the impacted area of Kolontar (on the North of Balaton). Whereas accurate geographic digital data with the contaminated area was available, the excavation work was performed in the traditional way without positioning and navigation technologies assistance. Bibliographic research has demonstrated that the use of geoinformation technologies in remediation pro-cess is generally limited to the early stage of remediation (detection and map-ping of the pollution by aerial survey (Burai, P. 2011) or geo-statistical analy-sis coupled with 3D modelling (Guyards), (Mathieu 2009), [1]) or in clean-up stage in the case of in-situ remediation with the use of GPS for positioning the sources and wells. Literature never mentions the use of navigation and positioning technologies for ex-site remediation work with heavy equipment on extended areas. As positioning technologies are routinely employed in civil engineering for the guidance of heavy equipment for precise and efficient work it seems the bottleneck in the case of ex-situ remediation lays in the capacity to generate precise remediation plan and in

the lack of adapted GIS tools, models and methods [2]. In response, this work target models devel-opment in order to be able to produce a plan containing "clean-up parcels" and derived navigation data.

"Clean-up parcel" is a central concept and the geographic feature of interest in this work. Clean-up parcel in the real world is the surface covered by a dozer blade until the blade gets full (in other words the dozer's maximum work footprint). In the GIS modelled world a clean-up parcel is a rectangle in a polygon feature class. Its width is equal with the dozer's blade width. Its length ($length_{Max}$) is calculated from the bulldozer characteristics and the thickness of pollution to collect: $VolumeBlade_{Max} = width_{dozer} \times length_{Max} \times thickness$.

Because of the space available, the author has preferred to describe precisely the algorithms architecture and how they do the geoprocessing rather than providing line per line calculation details and scripts. Those lasts can simply be requested to the author by email.

Reader should noticed this exploratory work can be relevant for ex-situ re-mediation (so remediation where excavation is done) on extended areas where industrial disaster happened (red mud, nuclear, chemical, etc.). In such cases heavy equipment are used and it makes sense to try to plan precisely their moves in order to spare effort, time and money, in a similar way as precise agriculture do or civil engineering do.

Clean-up parcels model development

Objectives description:

The output of this model is a polygon feature class, containing rectangular features that represent the clean-up parcels. The parcel's width is inherited from the bulldozer's blade width. The parcel's length derived from the blade capacity. The parcels should cover properly the whole contaminated area.

Algorithm raw idea:

The feature class will be similar to a grid of rectangular polygons. The algorithm could be split in two parts:

- he part making the calculations and point placing following a grid pattern with the apropriate orientation.
- he second part making calculation of parcel corner coordinates and drawing the rectangular polygon.

Additional idea to include:

As the process will be automatized, it could be useful to test different plans with different orientations of the parcels. The decision was to draft an algo-rithm with four different orientations (0°, 90°, 45° and 135°). The selection of the best result can be done by counting the number of features in each feature class created and selecting the one with the smallest number of parcels.

Data requirement (input)

- A polygon feature class where features' geometry represents the polluted areas and where an attribute describes the pollution thickness: "Contaminated_area"
- width (in meter), length (in meter), orientation (in degree).

Additional architectural idea:

Iteration will succeed ranges calculations deriving from the geographic ex-tend of "Contaminated_area". This calculation can be secluded in a function.

Procedure createRectangleAtPoint(x, y, length, width, orientation, layer)

This procedure draw one rectangle in respect with the coordinates of a start corner point, the orientation, the width and length of the rectangle. The verti-ces of the rectangle are attributed in the clockwise direction.

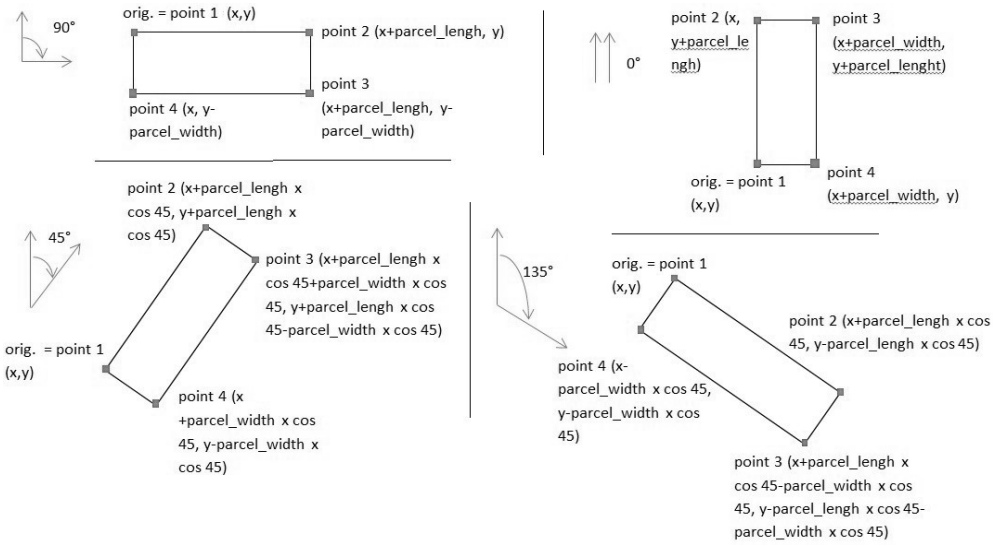


Fig. 1. createRectangleAtPoint schematic representation

Function extend(fc)

This function extract the geographical extend (xmax, xmin, ymax, ymin) from a reference layer; ie the pollution zonation layer. It is used later on for the maximal limit for the loops who are building the grids.

Procedure Make_Grid(length, width, layer_name, grid_orientation)

This procedure primarily draws a grid pattern taking in consideration the orientation, the width and length given. For each point of the grid the procedure calls the createRectanleAtPoint procedure to draw a rectangle. With the 0° and 90° orientation the procedure loop top-down with the lines and left-right inside line. With the 135° and 45° pattern the procedure proceed in two steps (step 1 is figured in blue colour, step 2 in green colour on *Fig. 2*). Step 1: loop is creating features in diagonal starting from top left corner to bottom right corner and a second loop control jumping one line down under the start of previous line using a backup of previous line start coordinates. Then in a second step it makes diagonal going down (loop 2) but the second loop's implementation positions next line on top of the previous one in order the grid can cover the second half of the area (above the step one). As many features are created out of the real work area, a clean-up is necessary at the end. Selection is done on the features that intersect the "polluted_area" layer. They are copied in a new layer and all temporary layers are deleted at the end.

Script body

The algorithm makes use of the Procedure_Make_Grid and Procedure_CreateRectangleAtPoint in order to create the four features class with the 0°, 90°, 45° and 135° orientation. At the end a get count method is used to retrieve the number of feature for each feature class. A selection of the feature class containing the smallest number of features is done and the others feature classes are deleted from the map.

Navigation lines model development

Objectives description:

The model should create a polyline feature class with navigation lines. The navigation lines should:

- be located in the middle of parcels,

- follow their length
  Input: “clean-up parcel” shape file
  Output: “Navigation_lines” shape file

Algorithm structure:

Function_ExtractVerticesCoordinateFromFeature(input_feature_class)

This function extracts the vertices’ coordinates from a polygon feature class and return a two dimensional list storing the coordinates. SearchCursor

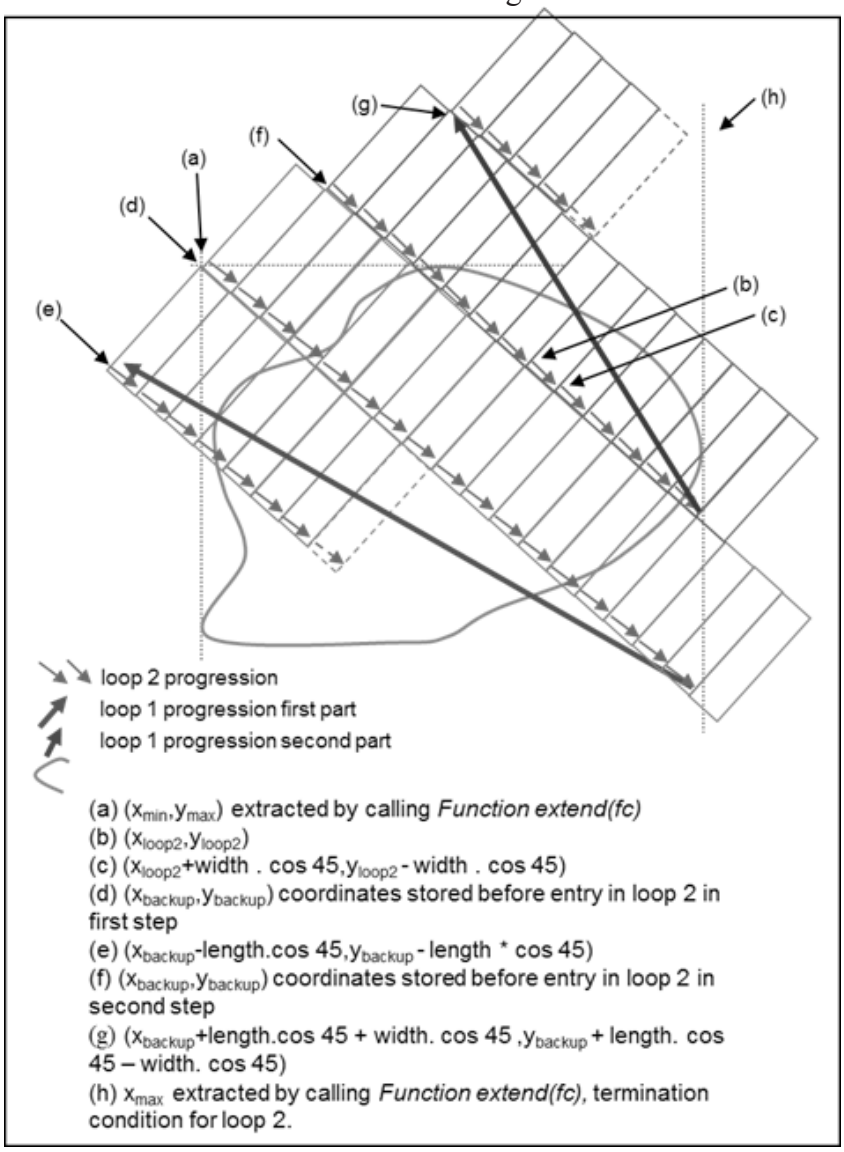


Fig. 2. Conceptual representation of clean-up parcel model in the 45° case

method is employed on each row of the feature class. The result is appended to the list.

Function_ CalculateMiddlePoints(list_corners)

This function receives the coordinates of the 4 corners of a rectangle and returns the coordinates of the coordinates of the two points located in the middle of the shortest sides.

Procedure_WriteaLine(point_1, point_2, layer)

This procedure writes a polyline feature between two given points (coming from function_CalculateMiddlePoints) in the given layer. SearchCursor method is applied to enter new geometry.

Precedure_DrawNavigationLines(Ouput_Navigation_Lines, Source_ feature_class)

This procedure makes use of the functions and procedure above to draw a new polyline feature class with the navigation lines. Createfeatureclass_ management method is used to create the output feature class.

Results and discussion

The algorithms were successfully converted into scripts in Python language and model tested with a subset of the pollution thickness layer derived from the processing of hyperspectral aerial survey data of Kolontar red mud disaster. (Burai, P. 2011)

Fig. 3 shows the four feature classes generated by the clean-up parcels model with 0°, 90°, 45° and 135° orientation, 3 m width and 30 meter length.

The number of features per layer is summarized in the *Table 1*. There is 9% difference with feature number between the class containing the smallest number and the class containing the biggest number.

Several scenarios testing with different orientations of the features appear useful in order to optimize the remediation plan.

Table 1. Number of feature for the different orientations

Orientation	number of features
Parcel_0	3644
Parcel_45	3984
Parcel_135	3758
Parcel_90	3837

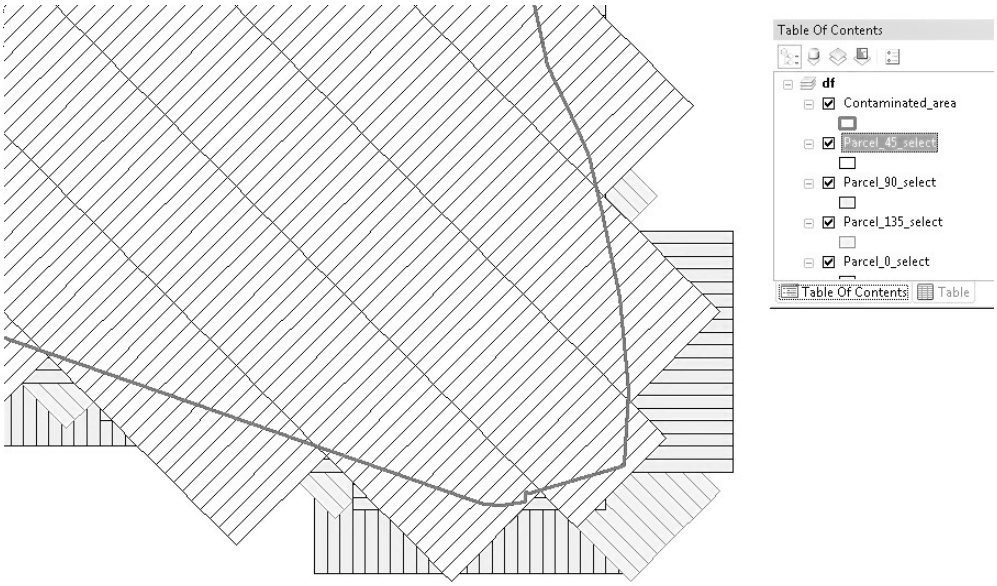


Fig. 3. Intermediary results of clean-up parcel model with 0°, 90°, 45°and 135°orientation

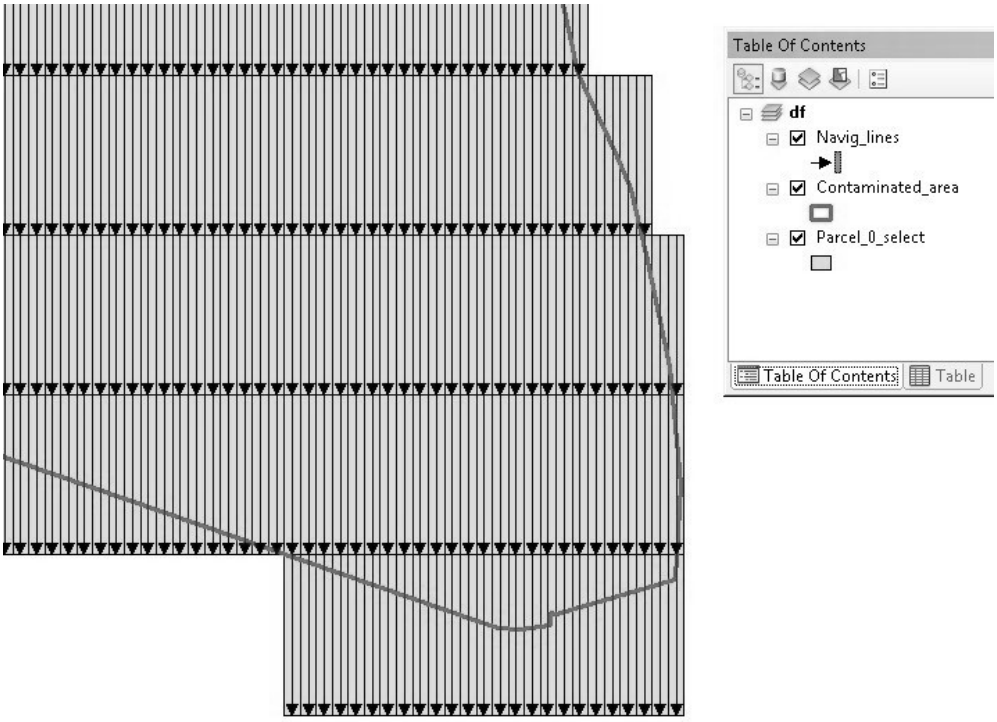


Fig. 4. Navigation lines feature class generated by the navigation line modeloverlaying the clean-up parcels feature class

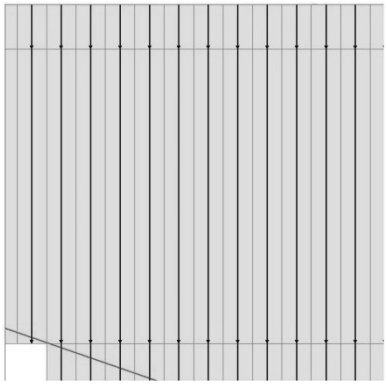


Fig. 5. Zoom on the navigation lines

Fig. 4 and *Fig. 5* below show the result of the Navigation lines model.

The algorithm orientates all the geometries of the lines by default in top down direction.

References

Burai, P.–Smailbegovic, A.–Lénárt, Cs.–Berke J.–Tomor T.–Bíró T. (2011): Preliminary analysis of red mud spill based on aerial imagery. Acta Geographica Debrecina, Landscape & Environment Series, Volume 5, I: pp. 47-57. http://landscape.geo.klte.hu/pdf/agd/2011/2011v5is1_4.pdf

Guyard, C.: Dépollution des sols et nappes : un marché sous pression, l'eau, L'industrie, les nuisances, n°359, pp.23-40. http://www.ianesco.fr/web/revue%20de%20presse/eau_industrie_nuisances_d%C3%A9pollution_sols_et_nappes_f%C3%A9v_2013_n%C2%B0359.pdf

Mathieu, J.B.–Garcia, V.–Garcia, M.–Rabaute, A. (2009): SoilRemediation: a plugin and workflow in Gocad for managing environmental data and modeling contaminated sites.

[1] http://www.kidova.com/fileadmin/user_upload/resources/Abstract_SoilRemediation_gOcadMeeting_June_2009.pdf

[2] http://grtusa.com/services/mapping-modeling/

Intelligens modellépítés és várostervezés térinformatikai adatok felhasználásával

Grósz Gábor

Térinformatikai tanácsadó, HungaroCAD Kft., grosz.gabor@hungarocad.hu

Abstract: : The presentation's goal is to demonstrate the three-dimensional modeling and analyzing capabilities of Autodesk Infraworks 360 and it's modules.
A base map can be generated using the built-in tool Model Builder, which makes use of open data (specificaly for Europe: OSM, SRTM 90 DEM model, BING Maps).
We can use a myriad of sources and data types to import into the model, making it possible to run analysis, like sight distance, terrain statistics, corridor optimization in a three-dimensional enviroment.
The software can also aid collaboration and ensure the consistency of data in a multidisciplinary, project through all stages.
Also functions as a visualization tool. With it's capability to render fly-in videos and because models are easily comprehendable, it is a great way to communicate visually rich proposals with a stakeholder, decision maker or the public.

Bevezetés

A következő előadásban megtudhatják, hogyan lehetséges nyílt, és előzőleg téradatbázissá konvertált, földhivatali adatokból, Autodesk Revit épületmodellből, hibrid, háromdimenziós modellt létrehozni gyorsan és egyszerűen.

2D vagy 3D?

A térinformatika országunkban alapvetően kétdimenziós modelleket, adatokat használ.

A pontfelhők terjedésével ez a kérdés némileg megváltozott. Könnyebben juthatunk háromdimenziós adatokhoz, mint korábban, azonban a legtöbb szempontból ezek felhasználhatósága korlátozott. A topologizált, klasszifikált adat előállítása és használata lenne a cél, amit ez a módszer csak korlátozottan, vagy komoly erőfeszítések, feldolgozási munka után tesz lehetővé.

Modellépítés nyílt adatokból az Autodesk Infraworks 360 segítségével

Általános probléma hazánkban nemcsak a három, de a kétdimenziós adatok hiánya is. Az adatgyűjtés még mindig költséges és időigényes folyamat.

Az Autodesk Infraworks 360 ingyenes beépülő modulja a Model Builder

lehetővé teszi, hogy háromdimenziós adatokhoz jussunk és megjeleníthessük azokat adott területre. A szoftver által használt nyílt adatok forrásai a következőek:

- az **Open Street Maps** út, vasút és épület adatai, utóbbi tetőmagasságokkal, ahol elérhetőek;
- Domborzatmodellként az **SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) 90m DEM** digitális magassági modell adatok, melyeket eredetileg a NASA készített el, így a Föld több mint 80%-ára elérhető, megfelelő minőségű adat;
- végül a domborzatmodellre feszítve a **BING Maps** légifelvételei állnak rendelkezésre.

A konferencia helyszínének környékéről épített modell jól példázza a modul képességeit (*1. ábra*).

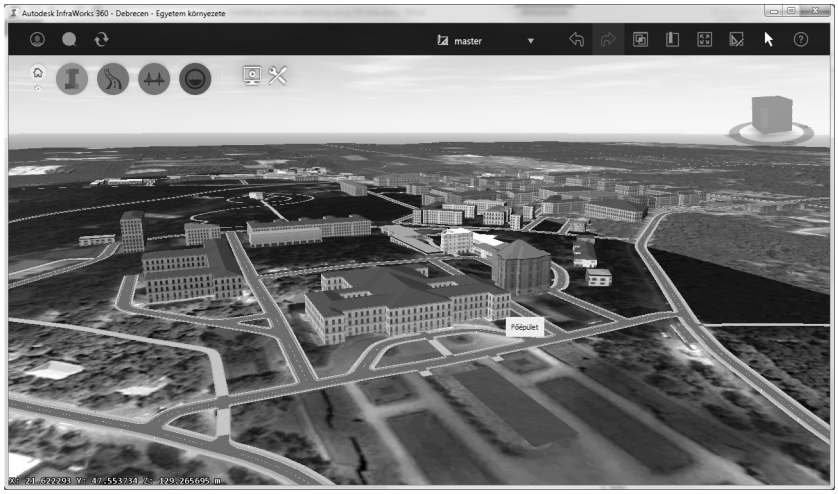
Természetesen most sokakban felmerül:

Kötelezve vagyok hazai adatszolgáltatásból származó adatokkal dolgozni!

A bemutatóban hazai földhivatali kétdimenziós adatokból építettünk háromdimenziós modellt, alaptérképet. Akár a legegyszerűbb DXF adatokból is elindulhatunk.

A modellépítés feltételei, felhasználható adatformátumok

Természetesen elő kell állítanunk olyan adatokat, melyek legalább kétdimenziósan alakhelyesen ábrázolják a világban megtalálható objektumokat.



1. ábra A konferenica helyszínének környékéről készített modell

Ez azonban bármilyen téradatbázissal szemben alapkövetelmény kell, hogy legyen.

Ami különleges a szoftverben, hogy a sokféle téradatbázis mellett, a mérnöki tervezésben és BIM munkafolyamatokban elterjedt rajzformátumokat, szakági szabványokban előírt adatformátumokat is olvasni tudja.

Felhasználható fájl alapú téradatbázisok:

- CityGML
- SDF
- SHP
- SQLite
- Sketchup

Felhasználható téradatbázisok, adatszolgáltatások:

- Oracle
- MySQL
- SQLServer Spatial
- PostgreSQL (PostGIS)
- WFS

Raszter adatok:

- Raszterképek
- DEM modellek

Felhasználható mérnöki tervezésben használt rajzformátumok és szakági szabványoknak, adatmodelleknek megfelelő adatok:

- AutoCAD Civil 3D DWG
- Autodesk IMX
- 3D Model (3D Studio)
- DWG 3D Model
- IFC
- LandXML
- DGN

A hagyományos alaptérképen túl

A háromdimenziós alaptérkép elkészítése után a modellhez közmű nyomvonalakat (csapadékcsatorna) adunk hozzá, valamint kapcsolódó műtárgyait (aknákat), majd városgazdálkodási objektumokat is (közvilágítás oszlopok) (*2. ábra*). Ezzel előáll egy olyan háromdimenziós modell, amivel ki tudjuk használni a szoftver további elemző és adatintegrációs képességeit.

Megjegyzés: A szoftver Javascript-tel fejleszthető, így rengeteg feladat

automatizálható benne. Például írhatunk, pár sorban, olyan programot, amely az épületmagasságokat egy bizonyos intervallumban véletlenszerűen előállítja és a modellben szereplő épületeket eszerint jeleníti meg.

Elemzések készítése

A bemutatóban egy építési beruházás koncepcionális tervét állítottuk össze. Ehhez, többek között, a tervezési fázisban a meglévő állapotok modellezése után a megfelelő helyet kell megtalálnunk az épületnek.

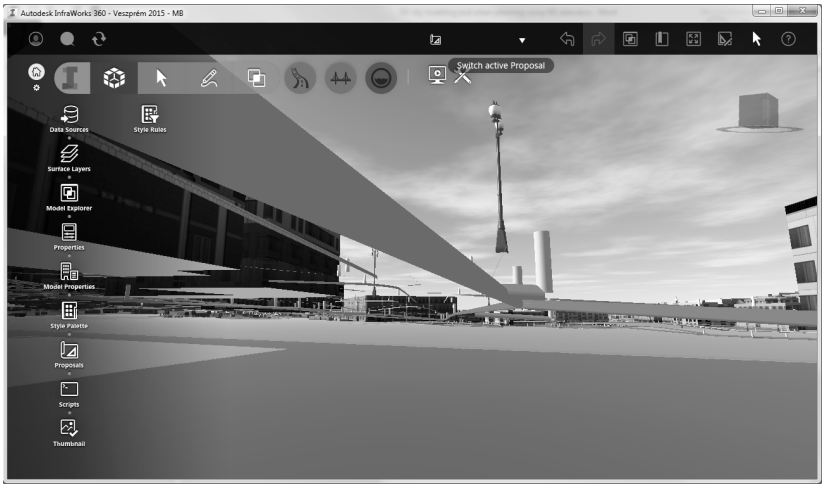
Ebben lehet segítségünkre a Suitability Maps (alkalmassági hőtérkép) funkció, mely előre beállított rétegekre, objektumtípusokhoz tartozó entitások elhelyezkedésének figyelembevételével képes elvégezni olyan elemzést, ami az építési helynek alkalmas területeket hőtérkép segítségével ábrázolja (*3. ábra*).

Egyéb elemzési képességek, melyekhez szükséges lehet a háromdimenziós modell:

- Földmunka optimalizálás
- Előzetes út nyomvonal optimalizálás
- Láthatósági vizsgálatok (távolság, takarás)

Szakágak közötti együttműködés

Térinformatikai adatokból készült térképünkre egyéb szakágak által készített tartalmat is beilleszthetünk. A bemutatóban egy Autodesk Revit-



2. ábra Háromdimenziós modell

ben készült épületmodellt helyeztünk el (*4. ábra*), de beimportálhatunk infrastruktúratervezési tartalmakat, közműterveket, akár hivatali adatokat, körzeteket, POI információkat is.

Elősegíthetjük a majdani kivitelezési munkát, illetve megelőzhetünk számos olyan problémát, melyek feltárását a kétdimenziós ábrázolás nem – de legalábbis nem mindenki számára- teszi lehetővé.

Az Infraworks mint látványtervező (és kommunikációs) eszköz

A látvány valósághűsége kiterjesztheti adataink felhasználhatóságát, ezzel pedig növeli értéküket. Nemcsak a többi szakág munkájának



3. ábra Hőtérkép



4. ábra Épületmodell

támogatására teszi alkalmasabbá őket, hanem arra is, hogy szélesebb körben értelmezhetőek legyenek. Ezzel lehetővé válik az is, hogy a szoftvert és a modelljeinket kommunikációs eszközként is használjuk, a látványtervezés hosszadalmas folyamata nélkül.

Beépített eszközökkel „rendezhetünk", majd kirenderelhetünk videókat, melyben berepülhetjük modellünket; például bemutathatjuk egy adott beruházás tervezett megvalósulását, ezeket pedig széles körben elérhetővé tehetjük, akár a nagyközönség számára is.

Összefoglalva az elhangzottakat

Mire használható az Autodesk Infraworks 360, térinformatikus szemmel:

- Háromdimenziós modellt hozhatunk létre saját, elérhető, kétdimenziós adatainkból.
- Olyan elemzéseket készíthetünk, amik kétdimenziós modellen nem, vagy csak nagy energiabefektetéssel oldhatóak meg.
- Számos szakterület adatait használhatjuk fel natív formátumukban, csökkentve a konverziós folyamatokra szánt időt.
- Olyan adatokat is felhasználhatunk, melyeknek konverziója eddig nem volt megoldható (vagy rossz minőségű, használhatatlan adatot eredményezett).
- Segíthetjük egyéb szakágak munkáját, így adataink felhasználhatósága, és ezzel értéke is, növekszik.
- Olyan problémákra, ütközésekre is fényt deríthetünk, amelyek a kétdimenziós modellekből nem láthatóak.
- Könnyebben értelmezhető modelleket hozhatunk létre, így projektkommunikációra is felhasználhatjuk modellünket.

Hova érdemes új lakást építeni Szegeden a lakosság véleményén alapuló geoinformatikai modell szerint?

Gyenizse Péter[1] – Bognár Zita[2] – Morva Tamás[3]

[1] docens, PTE TTK Földrajzi Intézet, gyenizse@gamma.ttk.pte.hu
[2] doktorandusz, PTE TTK Földtudományok Doktoriskola, bognarzi@gamma.ttk.pte.hu
[3] MSc hallgató, PTE TTK Földrajzi Int.

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 considered distances in a weighted scoring system. Our study area was Szeged city in the southern Hungary. In this article we locate the best place for the new residential houses.

Bevezetés, célkitűzés

A településföldrajzban közismert tény, hogy a települések felvirágzását vagy hanyatlását okozhatják egyes természeti, társadalmi, gazdasági viszonyok változásai. Az „Ortslage" és a „Verkehrslage" fogalma először Friedrich Ratzelnek a nagyvárosok fekvéséről szóló 1903-as művében bukkan fel (Ratzel, F. 1903). A topográfiai fekvésnek nevezett fogalom annak a térszínnek a sajátosságait írja le, amelyen a település helyet foglal és amelynek javait közvetlen munkájával kihasználja. A forgalmi fekvés azt fejezi ki, hogy miféle sajátosságok szabják meg a település elérhetőségét más településekről, vagy tájakról. Ha a topográfiai fekvésből, vagy a forgalmi fekvésből származó előnyöket, vagy hátrányokat kezdjük vizsgálni, akkor már helyi és helyzeti energiákról beszélünk. Ezeket a fogalmakat a magyar településföldrajzban ismert Cholnoky Jenő és Mendöl Tibor használta előszeretettel (Mendöl T. 1963).

Véleményünk szerint helyi és helyzeti energiák nem csak a kontinensek és országok területi szintjén értelmezhetők, hanem kis léptékben is, akár egy városon belül is. Például egy üzletközpont, sportcsarnok, oktatási intézmény helyének kijelölésekor figyelembe veszik a beruházásra kijelölt telek településen belüli topográfiai és forgalmi fekvését. Hasonló módon értelmezhetjük egyes lakóépületek értékét is (bár egyes esetekben más is szerepet játszhat). A lakások fizikai állapotából adódó helyi energiák, valamint a településen belüli helyzeti energiák általában döntő hatással vannak az ingatlanok lakosság által kialakított értékére. Tanulmányunkban ezen gondolatmenet mentén haladva alakítottunk ki egy olyan geoinformatikai modellt, ami 20 helyzeti energiaként értelmezhető tényező alapján minősíti a nagyobb városok, jelen

esetben Szeged beépíthető területeit.

A geográfia egyre fontosabb elemző eszköze a geoinformatika, amely mind természet-, mint társadalom-földrajzi vizsgálatok számszerűsítését megkönnyíti, segítséget adva a települési döntéshozóknak (Czigány Sz. et al 2010; Elekes T. 2008; Hajnal K. et al 2009; Lóczy D. 2002; Nagyváradi L.–Pirkhoffer E. 2008; Szabó G. 2003; Szabó Sz. 2004; Szabó Sz.–Szabó G.–Szabó J. 2004; Szabó-Kovács B.–Csapó J. 2006).

A bemutatott kutatás célja, hogy egy olyan GIS alapú minősítő modellt kialakítása, ellenőrzése és felhasználási lehetőségének bemutatása, ami a települési hatástanulmányok lakóépületekkel foglalkozó részeinek elkészítéséhez nyújthat segítséget. Célunk egy olyan minősítő modell létrehozása, ami a lakosság és a szakértők véleménye alapján minősíti a lakóterületeket és kijelölhetővé teszi azokat a még be nem épített területeket, amelyek a legmagasabb helyzeti energiával rendelkeznek, ahova leginkább érdemes lehet lakóépületeket tervezni és építeni.

A vizsgált mintatelepülés

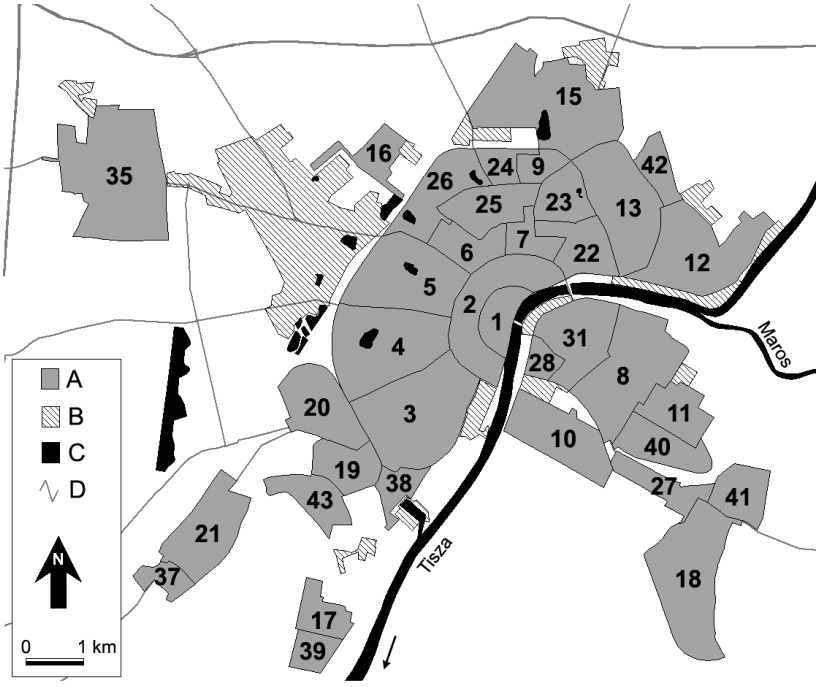
Célterületünk a 161.837 lakosú (Gazetteer of Hungary, 1st January, 2013) Szeged, az ország délkeleti részének közlekedési, oktatási, kulturális és ipari központja (*1. ábra*). A vizsgálatba csak a területileg összeépült városrészeket vontuk be. Nem vizsgáltuk a távolabb fekvő Sziksós és Subassa városrészeket. Nem vizsgáltuk továbbá az ártéri üdülőterületeket és az iparterületeket sem.

Eredmények

Véleményünk szerint tanulmányunk egyik eredményének tekinthető magának a vizsgálati metódusnak a kialakítása is, ezért a modell kialakítását is részletesen bemutatjuk.

Szeged lakóterületeinek társadalmi megítélés alapján való minősítéséhez többféle objektumtípus feltérképezésére, azok társadalmi igények szempontjából történő pontozására volt szükség. Olyan tényezőket választottunk ki, amelyek napi rendszerességgel fontos lehet az emberek többségének és ezért figyelembe veszik egy esetleges költözés, új lakás választása esetén is. A tényezők két részre oszthatók. Egyrészt magára az épületre, lakásra vonatkoznak (ezekre most kevesebb figyelmet fordítunk), másrészt a városokban előforduló legfontosabb oktatási, kulturális, szolgáltatási, közlekedési stb. objektumok

távolságára. A vizsgálatból kihagytuk a lakosok többsége által ritkán (havonta, évente) felkeresett objektumokat (pl. városháza, bankok, múzeum, állatkert), vagy a térben sűrűn előforduló objektumokat, amelyek lényegében mindenütt megtalálhatók (pl. telefonfülke, hírlapárus, gépkocsi parkoló, kicsi boltok, kiskocsmák).



1. ábra Szeged vizsgált városrészei (Szerk.: Gyenizse P.)

A = lakóterületek, B = nem vizsgált ipari és ártéri üdülőterületek, C = folyók, tavak, D = utak

1 =Történelmi városközpont (Belváros), 2 = Belső városrész, 3 = Alsóváros, 4 = Móraváros, 5 = Rókus-Móraváros, 6 = Rókus, 7 = Ófelsőváros, 8 = Újszeged, 9 = Fodor-kert, 10 = Fűvészkert, 11 = Marostő, 12 = Tápé, 13 = Petőfitelep, 15 = Baktó, 16 = Béketelep, 17 = Gyálarét, 18 = Szőreg, 19 = Klebelsberg-telep, 20 = Kecskés-telep, 21 = Szentmihály, 22 = Felsőváros, 23 = Tarján, 24 = Makkosháza, 25 = Északivárosrész, 26 = Újrókus, 27 = Újszőreg, 28 = Odessza, 31 = Villanegyed, 35 = Kiskundorozsma, 37 = Bodomi kiskertek, 38 = Ballagitói kiskertek, 39 = Gyálaréti kiskertek, 40 = Marostői kiskertek, 41 = Szőregi kiskertek, 42 = Tápéi kiskertek, 43 = Tompaszigeti kiskertek

A vizsgálatba olyan tényezőket vontunk be, amelyekhez földrajzi koordinátával jellemezhető objektum kapcsolható. Erre azért volt szükség, mert a feldolgozást GIS programmal végeztük és a munka végeredménye egy minősítő térkép. Az *1. táblázatban* felsorolt tényezőkhöz pont, vonal, vagy poligon alakzatok rendeltünk.

A magyar vidéki nagyvárosokban, így Szegeden is, 2011-2014 között terepbejárással, elsődleges adatgyűjtési módszerrel gyűjtöttünk adatokat a pusztuló, rekultivációra szoruló épületekről, a hátrányos helyzetű társadalmi elemek jelenlétéről, a bizonytalan fekvésű intézmények, szolgáltató egységek pozíciójáról.

Másodlagos adatgyűjtési módszerrel analóg és digitális térképekről, valamint Google Earth műholdképek alapján vektorizáltuk a lakóépületeket, ipari- és sportlétesítményeket, közlekedési útvonalakat, valamint a parkokat. A régebbi térképeket Google műholdképek alapján aktualizáltuk. Az újabban beépített területek digitalizálásakor azonban a növényzet és más zavaró hatások néhol bizonytalanná tették a pontos határvonalak felismerését. Interneten kerestük meg az oktatási, kulturális, egészségügyi és szolgáltató létesítmények pontos címét. Nagy segítségünkre volt egyes épületek azonosításában a Google Earth street view funkciója is.

Összesen 681 db pont, 384 db vonal és 3047 db poligon objektumot vektorizáltunk a 27 db rétegen.

Mivel a vizsgálat célja nem csak az objektumok térbeli ábrázolása, hanem a lakosságra gyakorolt hatásának felmérése, ezért megfelelő pontrendszert kellett kialakítani minden egyes objektumtípushoz. A pontrendszer alapját egy 2009-2012 között a magyar vidéki nagyvárosokban elvégzett, 1660 főt érintő kérdőíves felmérés teremtette meg. Egyes vidéki nagyvárosok lakosságának 1, vagy 2 ezrelékének véleményét kértük ki. A lakókörzet és korcsoport szerint célzottan végzett felmérés során az egyes objektumtípusok, illetve lakókörnyezeti jellemzők fontosságát mértük fel a lakosság körében. A felvételezést a városok három-négy forgalmas pontján végeztük (pl. centrum, buszpályaudvar). (Genizse P. et al 2012)

A felmérés után létrehozott, most bemutatott térinformatikai rétegek távolsággal arányosan súlyozott, azaz a fontosabb oktatási, kulturális, kereskedelmi stb. létesítményektől mért távolság alapján minősíti Szeged lakott területét. A vizsgált tényezők pozitív, vagy negatív hatása távolsággal arányosan gyengül, majd egy bizonyos távolság után megszűnik. Ezért fontos volt megállapítani az egyes tényezők hatásának térbeli korlátait is, amit szakérők megkérdezése segítségével alakítottunk ki (*1. táblázat*).

1. táblázat A térbeli objektumokhoz kapcsolt pontszámok és távolságértékek (szerk.: Gyenizse P.)

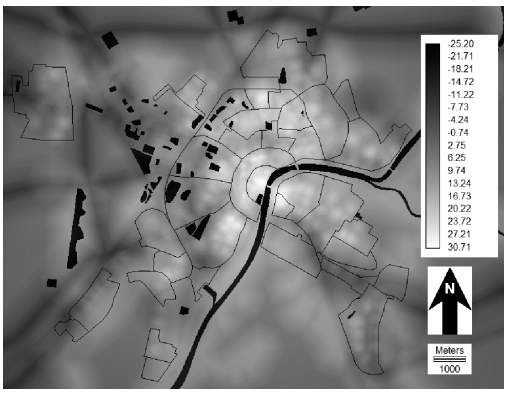
Felmért tényezők	Relatív pontszám	Korrigált távolsághatár (m)
Közlekedés		
1. Busz-, troli-, villamosmegálló közelsége	5,8	341
2. Helyi járatú buszpályaudvar közelsége	2	1661
3. Forgalmas főútvonal közelsége	-4,1	341
4. Vasútállomás közelsége	-0,8	341
5. Vasútvonal közelsége	-4,1	341
Oktatás, kultúra		
6. Bölcsőde, óvoda, általános, vagy középiskola közelsége	2,7	781
7. A főiskola, vagy egyetem valamely karának közelsége	1,8	1661
8. Templomok közelsége	2,1	781
9. Belváros közelsége	4	8701
Kereskedelem, vendéglátás:		
10. Nagyobb élelmiszer üzletek, élelmiszer piac közelsége	5,9	781
11. Hipermarketek közelsége	3,5	781
12. Műszaki, kertészeti, lakberendezési nagyáruházak, drogériák közelsége	0.9	781
13. Többfunkciós (Plaza jellegű) üzletközpontok közelsége	11	8701
14. Vendéglátóhely, étterem, nagyobb szórakozóhely közelsége	1	781
Rekreáció, sport, egészség		
15. Park / nagyobb zöldterület / vízfelület közelsége	7,4	781
16. Sportpálya (vízi sport is), nagyobb gyermek játszótér közelsége	1,7	781
17. Kórház, rendelőintézet közelsége	5,5	8701
Ipar, környezet:		
18. Ipari üzemek közelsége	-5,9	341
19. Nagyobb légszennyező-, zaj- és bűzforrások közelsége	-7,9	1000
20. Hátrányos helyzetű társadalmi rétegek közelsége	-6,5	1221

Szeged városában számos olyan természeti és mesterséges akadály is található, ami az átlagos méretű háztömböknél is nagyobb kerülőre kényszeríti a közlekedő embereket, még gyalog is. Ilyenek a folyók, amelyeken csak hídon, vagy kompon lehet átkelni, vagy a nagyobb tavak. Továbbá ide sorolhatók a nagyobb temetők, bekerített ipari, vagy katonai területek, repülőretek stb. Ezeket a természetes akadályokat feltérképeztük Szeged esetében. Az elemzéshez használt IDRISI szoftver Cost grow moduljával számolt távolságértékek figyelembe veszik a betáplált akadályokat is a pixelek értékének kiszámításakor.

A vektoros adatokat IDRISI Selva programban raszterizáltuk, mivel a távolsággal súlyozott rétegek kialakítására és a velük való számolásra a raszteres rétegek alkalmasabbak.

Az objektumok 1-es, a háttér 0 értéket képviselt a raszteres rétegeken. A relatív pontérték megadása és a hatótávolság beállítása több lépésben zajlott. Esetünkben az objektumtól mért távolság volt fontos, ahol összetett módon lehetett csak megadni a pontszámokat. Elkészítettünk egy olyan réteget, amin az objektumtól távolodva növekvő távolság-értéket kaptak a pixelek (Distance modul, Cost grow modul). Utána a Reclass modullal megadtuk a hatótávolságot. Majd az Image Calculator modullal ezt a távolságot alakítottuk át a felmérés során kapott pontértékekké. Az átalakítás után, ha a pontszám pozitív volt, akkor az objektumtól távolodva egyenletesen csökkent, ha negatív, akkor az objektumtól távolodva egyenletesen nőtt a képelemek értéke a meghatározott távolsághatárig.

Az egyes tényezőknek megfeleltethető rétegek kialakítása után az Image Calculator modulban összeadtuk a 20 db távolsággal súlyozott réteget (*2. ábra*).

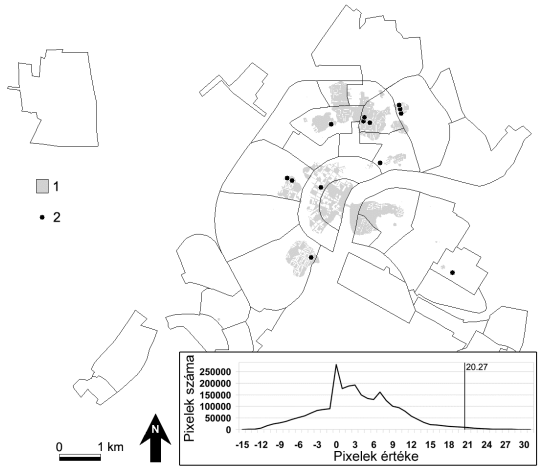


2. ábra A 20 tényező összegzése után elkészült minősítő térkép. A jelmagyarázatban a relatív pontszámok olvashatók (Szerk: Gyenizse P.)

A modell eredményeit a későbbiekben főleg a lakott területek értékelésére használjuk fel, de a minősítő térkép pontszámai a lakóépületeken kívüli területekről is értékelhető információt adnak. GIS programban leválogathatók pl. azok a beépítetlen, vagy barna mezős területek, amelyek távolsághatáros pontszáma, azaz helyzeti energiája magas és így a jövőben ott épített lakóház vonzóbb lehet a lakosság számára, mint egy más területen épített azonos típusú épület. Szegeden az utóbbi évtizedekben több esetben megfigyelhető volt, hogy a jó helyen fekvő, eredetileg nagy területű kerteket körbezáró lakótömböket megnyitották és a lakótömbök középső részét is beépítették.

A *3. ábrán* a minősítő térképről leválogatott, lakóépületeken kívüli, legmagasabb pontszámú (99%) területek láthatók. A leválogatáshoz elkészítettük a lakott terület pixeleinek pontszámmegoszlását mutató hisztogramot. A hisztogram alapján területileg súlyozva meghatároztuk határoztuk meg a legjobb 1%-hoz tartozó pixelek értékét, majd azok helyét a minősítő térképen. A szürkével jelölt területek döntő része nem használható lakásépítésre (utca, tér, park, hivatalok stb.), azonban a terület részletesebb vizsgálata után kijelölhetünk olyan be nem épített telkeket, ipartelepet és háztömbök által körbevett kertet, ami kiváló lehet erre a célra (fekete pontok).

A *4. ábrán* néhány magas pontszámú telek fényképe látható. Ezen telkek beépítésének előkészítése azonban már nem a geográfusok feladata, hanem jogi, közgazdasági és mérnöki tervezést igényel.



3. ábra A legmagasabb pontszámú építésre alkalmas telkek Szegeden 2014-ben (részletes magyarázat a szövegben, szerk.: Gyenizse P.)
1 = lakásépítés szempontjából legmagasabb helyzeti energiájú területek, melyek jelenleg nem lakóterületek, 2 = lakásépítésre javasolt telkek



4. ábra Válogatott fényképek a magas pontszámú építési telkekről (forrás: Google Earth street view)

Felhasznált irodalom

Czigány, Sz.–Pirkhoffer, E.–Nagyváradi, L.–Szebényi, A.–Vass, P.–Geresdi, I. (2010): Potential areas of flood impoundment in human environments, Bükkösd Valley, SW Hungary. Géomorphologie: Relief, Processus et Environnement, Revue du Grupe Francais de Geomorphologie, 2010/3, pp. 301-310.

Elekes T. (2008): A földrajzi tényezők szerepe a településfejlődésben. – Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, 160 p.

Gazetteer of Hungary, 1st January (2013): Hungarian Central Statistical Office, 269 p. http://www.ksh.hu/docs/hun/hnk/hnk_2013.pdf

Gyenizse P.–Elekes T.–Nagyváradi L. (2012): A hazai nagyvárosok beépített területének lakossági igények alapján való minősítése és annak problémái. In: LÓKI J. (szerk.): Az elmélet és gyakorlat találkozása a térinformatikában. III. Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás, Debrecen, pp. 143-150.

Hajnal K.–Pirisi G.–Trócsányi A. (2009): A táj és a belőle fejlődő város: Pécs. – In: Fábián Sz. Á. – Kovács I. P. (eds.): Az édesvízi mészkövektől a sivatagi kérgekig. Publikon Kiadó, Pécs, pp. 149-166.

Lóczy D. (2002): Tájértékelés, földértékelés. Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs, 307 p.

Mendöl T. (1963): Általános településföldrajz. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 510 p.

Nagyváradi L.–Pirkhoffer E. (2008). A modern geográfia kihívása: a térinformatika önkormányzati alkalmazásának új lehetőségei Kozármisleny példáján. – Földrajzi

Értesítő LVII. évf. 3-4. szám, pp. 299-311.

Ratzel, F. (1903): Die geographische Lage der grossen Stätte. – In: Th. Petermann (Hrsg.): Die Großstadt Jahrbuch der Gehe-Stiftung IX., Dresden pp. 33-72.

Szabó, G. (2003): The role of GIS methods in examining the forest changes. In: Landscapes under the European Transformation. Univ. Of Debrecen, Department of Landscape Protection and Environmental Geography, pp.169-175

Szabó Sz. (2004): Talajtulajdonságok szerepének értékelése egy tájérzékenység-vizsgálat példáján. Studia Geographica 13. Debreceni Egyetem, 152 p

Szabó Sz.–Szabó G.–Szabó J. (2004): Digitális magasságmodellek és űrfelvételek alkalmazása geomorfológiai értékeléshez a Bodrogzug példáján. Digitális domborzatmodellezés használata a környezet- és mérnöktudományokban c. konferencia – Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Konferencia CD ROM

Szabó-Kovács B.–Csapó J. (2006): Environmental friendly company management and its application in Pécs. – In. Ronczyk L. – Tóth J. – Wilhelm Z. (ed.): Sustainable Triangle, University of Pécs, Institute of Geography, Pécs, pp. 200-214.

Open Tourist Map – Saját Drupal-disztribúció Leaflet alapon

Herschman Tamás

elnök, Kárpátok Kalandorai Természetjáró Egyesület, herschmi@gmail.com

Abstract: The purpose of my performance is to introduce the Open Tourist Map content managemant system. The Open Tourist Map is an own-made Drupal-distribution. Its primary aim is to give an easy handling content management system – which is based on webGIS – to hikers and hiker NGO-s. During the process the moduls of Drupal GIS were used. We can take in the spatial datas with the help of Geofield, Geocoder and Leaflet Widget For Geofield, through an online digitalization area. Using the integration of Leaflet JavaScript for mobile-friendly interactive maps and the modul of Geofield Map we could indicate online webmaps.

Bevezetés

Napjainkban szinte teljességgel lehetetlen olyan honlappal találkozni, melyen ne szerepelne beágyazva valamilyen interaktív online térkép. A természetjárás területén kiemelten fontosnak tartom – legyen szó akár egy hobbitúrázó, akár egy szervezet weboldaláról ¬–, hogy térbeli információk vizuálisan és térinformatikai állományok formájában is elérhetőek legyenek. Természetjárás területén végzett több éves társadalmi munkám során is tapasztaltam, hogy egyre nagyobb az igény arra, hogy bármilyen túra előtt a potenciális jelentkezők igényelnék, hogy a túraútvonalakat maguk is megtudják tekinteni online térképek formájában.

Az újévezredben általánosan is elterjedtek a webtartalomkezelő rendszerek (WCMS), melyekkel ma már bárki könnyedén létrehozhat igényes, dinamikus honlapokat bármilyen programozói tudás nélkül. Népszerűségük oka, hogy könnyen kezelhetőek, bővíthetőek, és rendkívül egyszerű az új tartalmak létrehozása, rendszerezése.

Az Open Tourist Map egy Drupal alapú disztribúció, mellyel a célom, hogy egy olyan kész, webes térinformatikai megoldásokon alapuló CMS rendszert tegyek elérhetővé a magyarországi természetjáró közösség részére, mellyel a telepítésen kívül csak annyi dolguk van, hogy feltöltsék az oldalt tartalommal. A tartalomtípusok kialakításán is arra helyeztem a hangsúlyt, hogy különböző téradatformátumokban is mindenki számára elérhetőek legyenek a feltöltött útvonalak (mely hosszú távon többek között segítheti a turistautak.hu adatbázisának bővítését), és hogy a téradatok ne csak az adott tartalomban jelenjenek meg, hanem automatikusan Leaflet és Google Maps alapú webtérképeken is.

Miért pont Drupal és Leaflet?

A Drupal egy PHP alapú, nyílt forráskódú, ingyenes tartalomkezelő rendszer. Más elterjedt PHP alapú rendszerekhez képest (pl. Joomla, Wordpress, e107, CMSMadeSimple) kissé „fapadosnak" tűnhet. Kevésbé felhasználóbarát, mint az említett tartalomkezelők. Maga az alaprendszer nem tartalmaz még WYSIWYG szerkesztőt sem és a kiegészítőmodulok telepítésénél is kényelmetlenséget okoz, hogy a függőségeket külön kell telepíteni. Viszont sokkal nagyobb szabadságot ad az adminisztrátornak, sokkal kevésbé vannak a weboldalmenedzselés feladatai lekorlátozva, mint más rendszereknél, sokkal jobban konfigurálható. Új tartalomtípusok létrehozásánál, kategorizálásánal, felhasználói jogosultságok kezelésénél mutatkoznak meg igazán az előnye.

Nem elhanyagolható az sem, hogy több tízezer modul érhető el hozzá szabadon, melyek között több tucat kifejezetten térinformatikai eszköz is található. Míg egy Joomla vagy Wordpress esetében gyakorlatilag a webGIS kimerül abban, hogy Google Mapsen egy-két helyszínt megjelenítsünk, Drupal esetében inkább a bőség zavara okoz gondot. Közel féltucat modul szolgál téradatok különböző szöveges vagy fájlformátumú feltöltésére és számos kiforrott, nyílt forráskódú alkalmazás, függvénykönyvtár integrálható a rendszerbe (OpenLayers, Leaflet, GDAL, GeoServer PostGIS többek közt).

A Leaflet egy nyílt forráskódú JavaScript függvénykönyvtár, amely interaktív térképek megjelenítésére alkalmas (http://leafletjs.com).

A Drupal felépítése

Három fő alkotóeleme van a Drupalnak: az alaprendszer, kiegészítő modulok és sminkek. A Drupal Core feladata, hogy megfelelően működjön a rendszer, összehangolja a különböző funkciókat (Hojtsy G. 2004). Tartalmazza továbbá azokat az alapvető modulokat, melyek szükségesek egy modern weboldal működéséhez. A kiegészítő modulok a rendszer funkcionalitásának kibővítését szolgálják. A sminkek az oldalak megjelenítését szabályozzák.

Az Open Tourist Map kialakítása

Drupal disztribúció egy olyan Drupal rendszert jelent, melyben előretelepített, konfigurált modulok, beállítások, tartalomtípusok, felhasználói jogosultságok, külső függvénykönyvtárak, sminkek vannak (https://www.drupal.org/documentation/build/distributions). A disztribúciók megkönnyítik

a munkát az adminisztrátorok munkáját azáltal, hogy saját disztribúciót készítve már a telepítés után azt a rendszert kapja minden alkalommal, melyet összeállított a saját igényei szerint. Disztribúció létrehozásához első lépésként össze kell állítanunk, konfigurálnunk azt a rendszert, melyet a jövőben ilyen módon szeretnénk használni.

Maga a Drupal Core önmagában alkalmatlan bármilyen térbeli művelet vagy adatbevitel megvalósítására. A geoPHP az a kiegészítő modul, ami gyakorlatilag alapfeltétele annak, hogy téradatokkal tudjunk dolgozni. Ez egy nyílt forráskódú PHP függvénykönyvtár, amely vektoros fájlformátumok írását-olvasását, geometriai műveletek elvégzését teszi lehetővé (https://www.drupal.org/project/geophp).

A téradatok importálását a Geofield modul teszi lehetővé, amely egy új mezőtípust definál ezek bevitelére, a térképi megjelenítést Google maps alapon a Geofield Map almodulja biztosítja (https://www.drupal.org/project/geofield). Geocoder modullal kiegészítve képes más mezők szöveges adatait (valós helyszíneket cím alapján) és file mezőkön keresztül feltöltött állományat (WKT, GeoJSON, GPX, KML, geotagged image) geokódolni (https://www.drupal.org/project/geocoder). A Leaflet modul a Leaflet JavaScript könyvtár integrálását teszi lehetővé azáltal, hogy Geofieldben létrehoz egy Leaflet Map megjelenítési módot és beépül a Views modulba is (https://www.drupal.org/project/leaflet).

Leaflet widget for Geofield modul egy online digitalizáló felületet hoz létre a Geofielden belül a Leaflet.widget és Leaflet.draw JavaScript könyvtárak segítségével (https://www.drupal.org/project/leaflet_widget).

Tartalomtípusok létrehozásánál az volt az elsődleges szempont, hogy a már lezajlott és a jövőbeli túraesemények elkülönöljenek egymástól. Mindkét típusnál három különböző beviteli módra van lehetőség: KML és GPX fájlok importálása Geocoder segítségével és interaktív webtérkép felületen keresztül történő digitalizálás. Harmadik tartalomtípusként földrajzi koordinátákat tartalmazó képek hozzáadására van lehetőség szintén geokódolással. Célom az volt vele, hogy a megszokott webes galéria helyett a túrafotók webtérképen jelenjenek meg, pontosan azon a ponton, ahol készültek. Két további tartalomtípust hoztam létre hírek, alapadatok megadására.

Ezekben a tartalmakban a térbeli adatok Leaflet által jelennek meg térképen. Mivel az alapmodulban csak az OSM Mapnik térképe elérhető, telepítettem a Leaflet More Maps modult, mellyel Bing Maps, MapBox, Stamen maps, Thunderforest, Esri, MapQuest, Google, Yandex és az OpenStreetMap további rétegei is elérhetőek (https://www.drupal.org/project/leaflet_more_

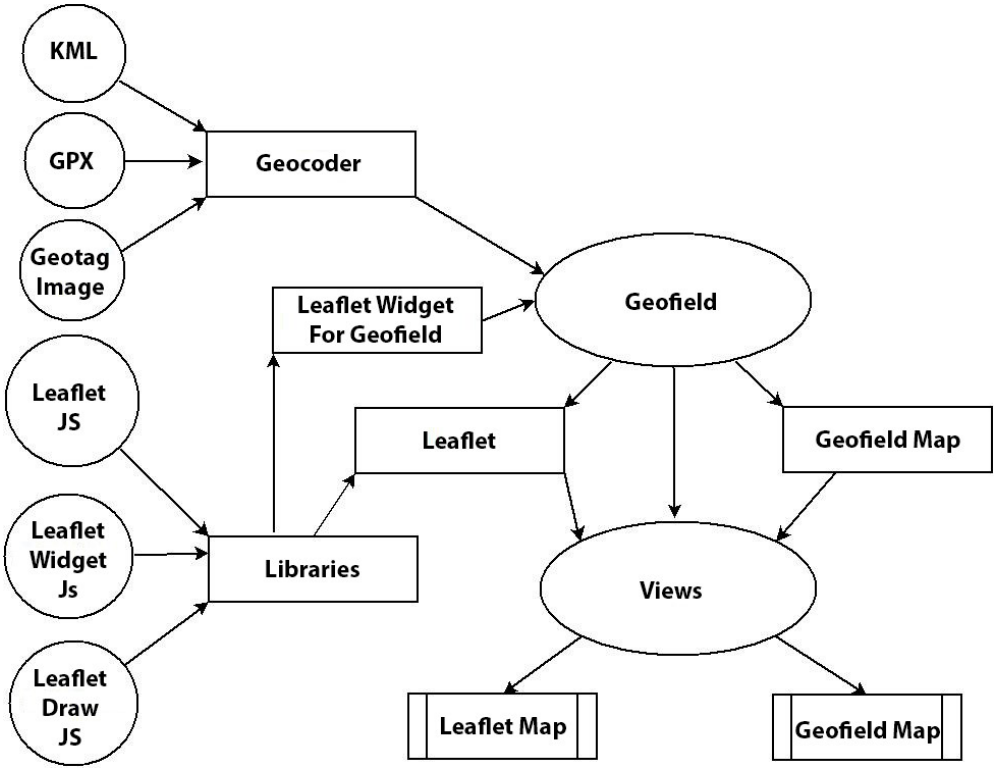
maps). Egy hátránya van, hogy a Leaflet Widget jelentős részüknek nem támogatja a megjelenítését.

A Views modul nem része az alaprendszernek, de mindenképp szükséges a bevitt tartalmak rendszerezéséhez (https://www.drupal.org/project/views). A Leaflet is a Views-on keresztül képes a különálló tartalmakat egy, összefoglaló térképen (Leaflet Map) megjeleníteni. Sajnos ilyen téren már elég erősen szembetűnőek a hiányosságai. Drupalon belül rétegek kezelésére nem alkalmas a Leaflet. Egy apró trükkel viszont ezt meg lehet kerülni. A különböző tartalomtípusokat címkével láttam el, ebben az esetben 'Aktuális túrák', 'Lezajlott túrák', 'Minden túra' jelölőket definiáltam. Leaflet Map nézeten belül szűrési feltételt állítottam be a címkék alapján, így gyakorlatilag egy „rétegválasztó" űrlap jött létre.

A másik problémát az jelentette, hogy a felugró ablakokban csak egyetlen adatmezőt lehet megjeleníteni. Alapesetben ez a Leírás (Body) mező lenne, ez viszont újabb problémákat vetett fel. A Cím (Title) mezőt nem jeleníti meg automatikusan, így a felugróablakban nem szerepel hivatkozás, amely magára a tartalomra mutatna. A végleges beállításban a Cím mező jelenik meg a felugróban ablakban.

A harmadik problémát az jelentette, hogy a felugró ablakban a Leaflet csak szöveges adatot képes megjeleníteni (képek, fájlok esetében az elérési útvonalukat), így képeket nem tudtam vele térképeken megjeleníteni. Ennek a kiküszöbölésére a Geofield Map almodult használtam, mely szintén beépül megjelenítési formátumként a Views modulba. Terveimben szerepelt a képeknél (mivel itt van igazán esélye nagy mennyiség mellett az átláthatatlanságra) Leaflet Markercluster modul felhasználása, amely a térképen egymástól bizonyos távolságra fekvő objektumokat nagyítás-kicsinyítés hatására összevonja/szétválasztja a jobb átláthatóság és gyorsabb oldalbetöltés érdekében (https://www.drupal.org/project/leaflet_markercluster), de a fentebb vázolt problémák miatt erre nem került sor.

Magához a disztribúció létrehozásához két dologra volt szükségem: a Features és a Profile Builder modulokra. A Features a rendszer kijelölt elemeit, beállításait tudja exportálni minden függőséggel gyakorlatilag egy kiegészítő modul formájában, amely bármikor telepíthető, engedélyezhető, visszavonható (https://www.drupal.org/project/features). Features segítségével exportáltam a létrehozott menüket, tartalomtípusokat, nézeteket (összefoglaló térképeket) és a feltelepített WYSIWYG szerkesztő beállításait. A Profile Builder telepítési profilt hoz létre, melybe belekerül az összes telepített modul, a modulok státusza (engedélyezett vagy visszavont) és a külső függvénykönyvtárak (https://www.drupal.org/project/profiler_builder). Ezek segítségével hoztam



1. ábra Az Open Tourist Map szerkezeti felépítése

létre az Open Tourist Map disztribúciót, melynek a cikkben vázolt szerkezeti felépítése *1. ábrán* látható.

Eredmények

A disztribúcióval a céljaimat csak részben értem el. Sikerült egy könnyen használható és hatékonyan működő webGIS alapú Drupal disztribúciót kialakítanom, melyet reményeim szerint a jövőben minél több túratárs, természetjáró civil szervezet használni fog majd, ezzel is pénzt és energiát megtakarítva.

A Drupallal teljesen elégedett vagyok. Megbízható, stabil rendszer, amely egyaránt kellő szabadságot ad az adminisztrátornak és a fejlesztőnek. A Geofield és kiegészítő moduljai rendkívül hasznosak, tökéletesen megoldják azt, ami a feladatuk lenne. Viszont magával a Leaflet Drupal-integrációjával már kevésbé vagyok elégedett. Egyelőre Drupalon belül kiforratlan. Számomra komoly hiányosságot jelent az, hogy nem képes sem rétegeket, sem vetületi rendszereket kezelni. Előzetes terveimet, miszerint egy összefoglaló térképen jelenítek meg minden tartalomtípust, szintén átírta az, hogy a felugróablakokkal

is több problémába ütköztem. Kevés kiegészítő modult írtak eddig hozzá, ami önmagában nem jelentene problémát, de ezek egy jelentős része (melyek nem véletlenül nem kerültek bele a az Open Tourist Map rendszerbe) jelenleg hemzseg a hibáktól.

Felhasznált irodalom

Hojtsy G. (2004): Az alaprendszer és kiegészítői, Magyar Drupal Kézikönyv http://drupal.hu/kezikonyv/disztribuciok 2015.02.13.

Drupal Distributions: https://www.drupal.org/documentation/build/distributions 2015.02.13.

Features modul: https://www.drupal.org/project/features 2015.02.19.

GeoPHP modul: https://www.drupal.org/project/geophp 2015.02.13.

Geofield modul: https://www.drupal.org/project/geofield 2015.02.13.

Geocoder modul: https://www.drupal.org/project/geocoder 2015.02.13.

Leaflet: http://leafletjs.com 2015.02.13.

Leaflet Markercluster modul: https://www.drupal.org/project/leaflet_markercluster 2015.02.15.

Leaflet modul: https://www.drupal.org/project/leaflet 2015.02.13.

Leaflet More Maps modul: https://www.drupal.org/project/leaflet_more_maps 2015.02.15.

Leaflet widget for Geofield modul: https://www.drupal.org/project/leaflet_widget 2015.02.15.

Profile Builder modul: https://www.drupal.org/project/profiler_builder 2015.02.19.

Views modul: https://www.drupal.org/project/views 2015.02.13.

Analysis of pasture land degradation reasons in Farish district of Jizzakh region of Uzbekistan

Ilhom Abdurahmanov

MSc student, Department of Surveying and Remote Sensing, University of West Hungary,
ilhom.isakovich@gmail.com

Abstract: In many desert and semi-desert areas of Uzbekistan, unsystematic and uncontrolled grazing leads to serious overgrazing and pasture degradation particularly around the wells and settlements. However, in contrast to the irrigated land sector, there have been few major reforms redefining the rules for land use in the extensive livestock sector.
This paper is based on the report of the project "Sustainable participatory pasture management" and gives some analysis of the reasons of pasture land degradation and a set of recommendations about what should be done to solve or to mitigate this problem in the project territory which is Farish district of Jizzakh region.

Introduction

Pastureland represents 22 million ha in Uzbekistan or about 50% of the total area of the country (V. Squires 2012). It is mostly desert land that is being degraded over time due to overgrazing, wood overharvesting, and unsustainable agricultural practices; the result is an increasing instability of desert ecosystems and poverty for populations living in these areas. Owing to its geographical and climatic characteristics, Uzbekistan is highly susceptible to environmental degradation, in particular its arid ecosystems.

In the desert and semi-desert areas of Uzbekistan, many households in the villages depend on livestock grazing as they does not have any alternative due to a lack of water for irrigation. The extensive livestock sector has seen tremendous changes after the independence of the Republic of Uzbekistan, with the number of private livestock dramatically increasing and responsibilities for an effective and sustainable use of pastures fading (*Fig. 1*). In many areas, grazing is unsystematic and is not controlled, which leads to serious overgrazing and pasture degradation particularly around the wells and settlements. However, in contrast to the irrigated land sector, there have been few major reforms redefining the rules for land use in the extensive livestock sector.

The research area comprehends the territory of the shirkat "Bogdon" and the forest agency in Farish district (Jizzakh region) (*Fig. 2*). It consists of different ecosystems:

- The Aidar and Tuskan lakes in the North;
- A plain with steppe and semi desert vegetation (about 20-30 kilometers broad), where four villages and about 30 shirkat farms are situated;
- The foothills of the mountains with mainly steppe vegetation, where about 25 villages are situated along the mountain streams;
- The Nuratau mountain range in the South, mostly under the administration of the forest agency.

An average household has about 10-15 sheep and goats and 1-2 cows in the foothill villages and significantly more sheep in the steppe villages. Awareness about the long-term pasture degradation and its reasons among the local population is still not sufficient. Most villagers recognize the bad condition of their pastures, but relate it rather to unfortunate weather conditions than to overgrazing.

The territory of the shirkat "Bogdon" is 75,363 hectares, among which 52,117 hectares is pasture land, 2,295 hectares is agricultural land and 19,419 hectares is unused land. There are 27 shirkat farms on the territory, organized in four units. Eight former shirkat farms have been partly destroyed. Among the shirkat farms, 22 dispose of a well (15 of them with fuel powered pumps, 7 of them with electricity pumps).

Problem analysis

The different analyses and the experience in the field have contributed to a sound understanding of the pasture degradation problem and the

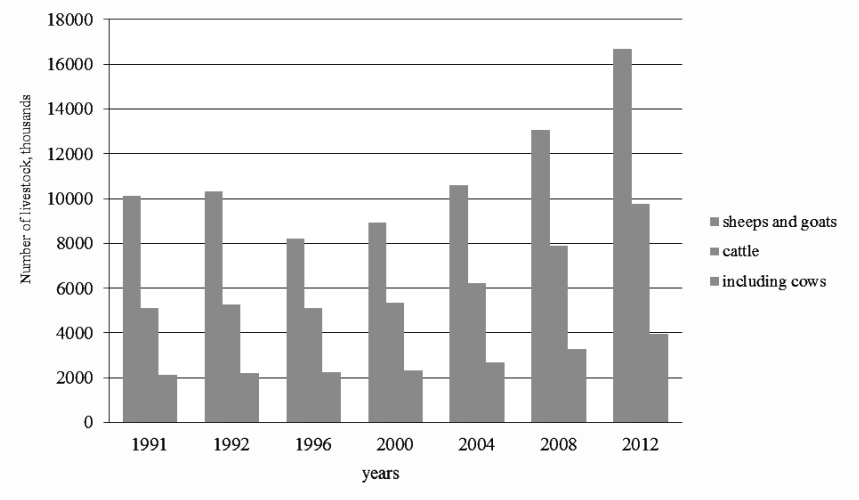


Fig. 1. Dynamics of livestock numbers in Uzbekistan. (Source: www.stat.uz)

reasons behind. The following problem analysis reflects the situation on the project territory as understood by the project team but does not claim to be comprehensive and transferable to other areas of Uzbekistan.

To sum it up, the key problem is a degradation of pastures, particularly in a radius of about four kilometers around villages and in the immediate surroundings of farms and water points. Degradation is a long-term reduction of pasture productivity due to the change of vegetation, with the number of palatable plants decreasing and the number of unpalatable plants and the area of bare soil increasing. It endangers both the biodiversity and the livelihood of the local population.

All in all, three main reasons for pasture degradation in the region can be distinguished:

Overgrazing

Overgrazing by livestock on pastures with poor fodder capacity is a primary cause of rangeland degradation. Overgrazing causes native perennial grasses to be consumed and trampled (compacted). Overgrazing also destroys

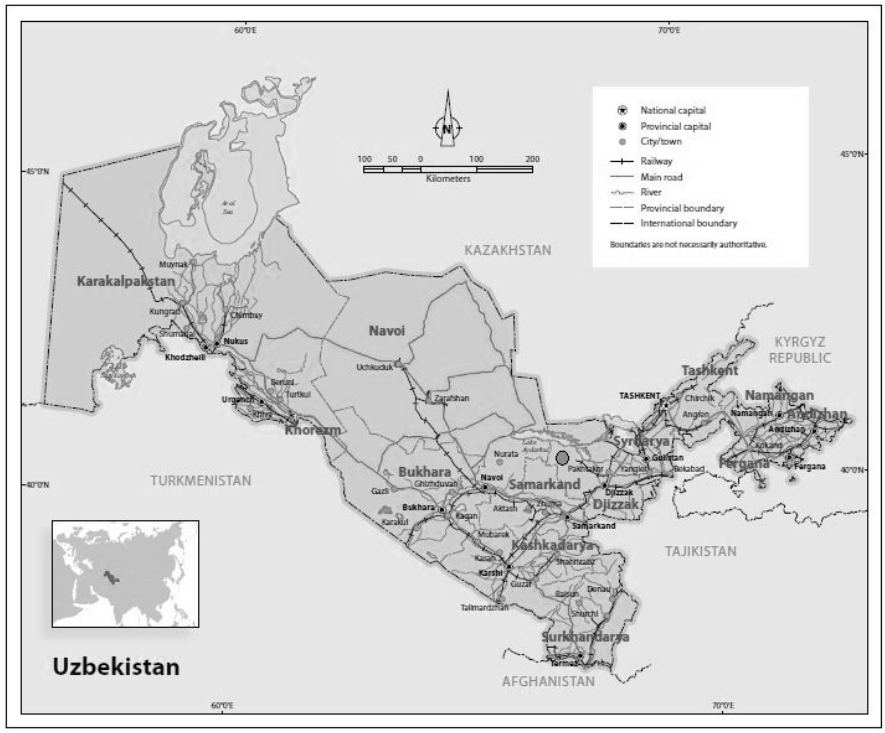


Fig. 2. Project area. It is marked with red point. (Source: www.naturalresources-centralasia.org)

native lichen and algae, which are important for fixing nitrogen and holding water. Their loss further depletes the land, reducing its ability to replenish itself and remain stable. Erosion often follows, increasing the chances of desertification.

With about 170,000 heads of sheep grazing on an area of about 50,000 hectares pasture land on the territory of the shirkat „Bogdon", about 3.5 heads of sheep are grazing on one hectare, exceeding the norm (0.4 heads of sheep per hectare) by a factor 8.5, with an even higher concentration of livestock around the villages. This overgrazing leads to pasture degradation because

- The animals trample down the soil, resulting in soil compaction, in damages of the roots of several plant species and in the destruction of the vegetation cover;
- The animals eat the palatable plants completely before they give seeds, thereby inhibiting the dissemination of seeds and making it possible for unpalatable plants to become dominant.

Lack of responsibilities and incentives. There is no legal basis for the use of pastures by private households by them. Whereas shirkats and private farms lease land from the state and pay land taxes for it, private households usually simply use shirkat land, regarding it as an open access resource. Even if every village has a vision of "its" traditional pasture land, there are no clearly defined borders. There are no mechanisms for settling conflicts about pasture use between private households, village communities and shirkat farms, and for jointly planning the use of pastures. At the moment, there is nobody monitoring and effectively controlling the use of pastures by the local population, which are therefore actually open to everybody.

Unsystematic pasture use. As no systematic planning of pasture use takes place, private households and communities strive to use those pastures which are most easily accessible and which offer a high productivity. As a result, livestock is concentrated around the villages in the foothills and around the steppe village of Uchkulach, whereas part of the steppe plain is used only by dispersed shirkat herds or remains even unused.

Increasing livestock numbers. Whereas the number of shirkat sheep (Karakul breed) has decreased since the independence of Uzbekistan, the number of private sheep (Jaidara breed), goats and cows has dramatically increased and is now four times as high as the number of shirkat sheep. This is related to several factors:

- Population growth: the number of households on the project territory has been significantly growing during the last 20 years and every new

household strives to have at least some 10-15 sheep and one or two cows for its own.

- Lack of alternative income sources: most households do not have a regular income and the income from forestry, horticulture and vineyards is strongly dependent on weather conditions (precipitation) and very unstable. Therefore many households rely on their livestock as a main or additional income source and tend to increase livestock numbers.
- Lack of alternative money deposit mechanisms: rural households usually plan ahead major expenses (purchase of a car, wedding ceremony, etc.) long time ahead and need to deposit money to have a sufficiently high amount of money available when needed. As there are no reliable money deposit mechanisms and there is little trust in banks, many households tend to use livestock as a "bank" as it can be sold at any time in large numbers and gives an income in the meantime.
- Lack of fodder: The local population considers fodder to be relatively expensive due to the remoteness of the district. Therefore many households have an incentive to keep their livestock on the pastures as long as possible instead of feeding it at home.

Agricultural use

During the 1980ies and 1990ies, large areas in the steppe plain of the territory of the shirkat "Bogdon" (more than 10 percent of the overall territory) were ploughed and used for rain fed agriculture. As this rain fed agriculture proved to be uneconomic due to low and unstable precipitation, the fields were abandoned.

With the natural vegetation cover being destroyed by the plough, the productivity of the fallow land as a pasture is very low. Succession of natural vegetation is very slow.

Cutting of shrubs

Due to the lack of other energy sources like gas and coal, local villagers started using natural resources (firewood, shrubs, manure) for cooking and heating purposes in the 1990ies. As a result, the surroundings of most villages have become bare of Artemisia and are little productive as pastures.

In the meantime, most villages in the Eastern part of the district, where the project area is located, have been connected to the gas grid. However, this has not yet had any positive effect on the pastures and some villages still

remain reliant on natural resources for cooking and heating. The situation is worse on the Western part of the district, which is not at all gasified yet.

Recommendations

Based on the problem analysis there are given some recommendations to solve or at least to mitigate the degradation problem. Taking into consideration the fact that pasture degradation is most serious around the villages and due to overgrazing by the local population, the problem can only be solved in cooperation with the local pasture users (private households).

Mechanisms for pasture use planning

As mentioned above, mechanisms for pasture use planning are lacking as neither the local administrative bodies nor the shirkats organize any negotiations and agreements between the pasture users. Some mechanisms for pasture use planning are given below:

- Awareness building;
- Clarification of land use rights;
- Establishment of structures for pasture use planning;
- Consultative assistance with pasture use planning;
- Technical assistance with implementation of pasture use plans;
- Establishment of monitoring structures.

Development of alternatives and regulation of livestock numbers

Considering the fact that the real livestock numbers are more than eight times higher than the pasture capacity, no solution of the degradation problem is possible without regulating the livestock numbers and bringing them into accordance with the pasture capacity. There are given some recommendation to solve this problem:

- Alternative income sources;
- Enhancement of livestock quality;
- Alternative money deposit mechanisms;
- Mechanism for regulation of livestock numbers.

Rehabilitation of pastures and fodder production

Severely degraded pastures should be rehabilitated on a pilot basis for demonstration purposes in order to increase the capacity of pastures and the quantity of available fodder:

- On the degraded pastures around the villages in the foothills, Artemisia should be seeded with simple methods and pasture areas should be fenced to facilitate natural succession processes.
- On the fallow land in the steppe, adapted fodder plants could be seeded to bring the abandoned land under use and to increase the availability of winter fodder.
- On the underused Artemisia pastures in the steppe, the rejuvenation of Artemisia vegetation should be facilitated.

Reduction of the consumption of natural resources as a energy source

For reducing the cutting of shrubs around villages not yet connected to the gas grid, an option is the dissemination of thermal insulation measures, of energy-efficient stoves and of fuel-saving cooking and heating habits. This requires not only the training of carpenters and metal craftsmen, but also awareness building about energy efficiency among the local population.

The further activities

We are planning to use the application of geographical information systems (GIS) and remote sensing (RS) technologies to identify and analyze the problem and get useful results which will be backbone for the political and scientific decision-making in the research area.

Application of contemporary research methods with the combination of available data is important for providing the relevant information for sustainable pastureland management. A lack of resources and experience inhibits the application of geographical information systems (GIS) and remote sensing (RS) technologies to establish the digital databases for assessment of vegetation resources of natural rangelands. However, nowadays, availability of RS data with high spatial and temporal resolution enables monitoring and assessing the current condition of rangeland vegetation and its long-term changes under the anthropogenic and ecological disturbances. Using vegetation indices derived from satellite data, seasonal and annual changes of vegetation cover and the trends of degradation processes can be analyzed.

Acknowledgement

This work is connected to the project “Sustainable and participatory pasture management”. Many thanks to Dr. Ute Fischer-Zujkov, Dr. Tolib Mukimov and Server Ganiev for advice, help and support.

References

Fischer-Zujkov U.–Ganiev S.–Khasankhanova G.–Wiedemann C. (2011): Report on the project "Sustainable participatory pasture management".

Victor Squires (2012): Rangeland Stewardship in Central Asia, Springer, pp.387-392.

www.google.com

www.giz.de

www.stat.uz

www.books.google.hu

www.naturalresources-centralasia.org

Raszter-jellegű vizsgálatok vektoros társadalmi adatokon

Jakobi Ákos

adjunktus, Eötvös Loránd Tudományegyetem, jakobi@caesar.elte.hu

Abstract: Typical spatial socio-economic analyses are applying vector data related to polygons of administrative units. Raster data are, however, make it possible to overcome on modifiable areal unit problem of spatial administrative divisions, since the biased image of maps with large or small polygons are replaced by equal size grids. These raster-like spatial units are although managed in vector environment, but it is also possible to perform traditional techniques of raster-analytics on them. This paper introduces some possibilities to apply raster methodologies on such social grid data.

A rácsmodellek iránti igény a társadalom területi kutatásában

Annak ellenére, hogy a társadalmi-gazdasági vizsgálatoknak eddig is megvoltak a lehetőségei a raszteres adatfeldolgozásra, még viszonylag szűk azon példáknak a köre, amelyek elrugaszkodnak a társadalom- és gazdaságstatisztika hagyományos közigazgatási térfelosztáshoz illeszkedő poligonokat használó vektoros szemléletétől (lásd pl. EUROSTAT 2006). Pedig az effajta megközelítés igen jól támogatja az ún. módosítható területi egység problematika (MAUP = modifiable areal unit problem) egyik lehetséges megoldását. A legtöbb társadalom- vagy gazdaságstatisztikai felületkartogram módszert alkalmazó térkép valamelyest torzítva közvetíti az információkat azáltal, hogy a nagyobb közigazgatási egységek poligonjai nagyobb foltokként, míg a kis területűek esetenként alig látható apró kitöltésekként látszanak (tipikusan ez a helyzet Magyarország települési adatait ábrázoló térképein, ahol az alföldi általánosságban nagyobb poligonok foltjai feltűnőbbek, mint a dunántúli települések kisebb egységei). Az ország területére helyezett egységes rácsméretű modellek azonban képesek eltüntetni az ország egyik és másik része közötti térfelosztási részletezettségbeli különbségeket.

A gridek vagy rácsmodellek az egységes cellák használata révén nemcsak a térfelosztás homogenizálására alkalmasak, de raszter-jellegű karakterisztikájuknak köszönhetően a raszter-szerű elemzési technikáknak is teret engednek, annak ellenére vagy amellett, hogy mégis megtartják vektoros adattárolási formájukat. Ez a tulajdonság összességében számos új vagy praktikus lehetőséget kínál a társadalom és a gazdaság területi kutatói számára.

Társadalmi és gazdasági adatokból alapvetően két módon képezhetők rácsmodellbe szervezett raszter-szerű grid adatok. Az alulról építkező

aggregáló jellegű (bottom-up) módszer a kvadrát analízis elvét kihasználva, a ponthalmazokra fektetett négyzethálók segítségével ad grid-szerű eredményeket. Ez az egyszerűbb és egyben tisztábbnak is tekinthető eljárás, hiszen a pontszerű adatok aggregációja során nem tapasztalható információtorzulás.

A raszterszerű grid adatok kialakításának másik módja a már meglévő vonalas vagy felület adatok dezaggregálásának (top-down) módszerével dolgozik. Ez esetben a meglévő egységeket bontjuk szét a rácshálóhoz illeszkedő részelemekre, majd ezeket a részelemeket szervezzük újra a gridnek megfelelő aggregációban. Az eljárás területileg átlapolt adatszámítással végezhető el, melynek során az eredeti poligonalakzathoz nem illeszkedő, csak részben átfedő új grid-poligonok attribútum-értékét az átfedő poligonrészek arányában határozzuk meg. Az új célpoligon attribútum-értéke az eredeti poligonok annyiad részeinek összegzett értékeként adódik, amekkora részben az új és az eredeti poligonok átfednek. Bár ez az eljárás számításigényesebb, illetve az adatok dezaggregálásával létrehozott új adatértékek csak becslésként értelmezhetők, mégis haszonnal alkalmazhatók akkor, ha a kiindulási adatok nem pontszerű formában állnak rendelkezésre. Ez az eljárás gyakoribbnak tűnik a közigazgatási egységekhez illeszkedő statisztikai adatok utólagos rácshálóba szervezésekor.

Pszeudo-raszter térstatisztikai műveletek

A raszter-szerű rácsmodellekben való gondolkodás iránti igény maga után vonta azt is, hogy a raszter-elemzés klasszikus módszertanát is használni lehessen ezeken az adatokon. A vektoros környezetben létrehozott és tárolt rácsháló (grid) és a raszter-analitikai módszertan összekapcsolása lényegében egy ál-raszteres vagy pszeudo-raszter metodika kialakításához vezetett, hiszen továbbra is vektoros adatokkal dolgozunk, de mégis a raszter-elemzés eszközeit használjuk a vizsgálatokban.

A pszeudo-raszter elemzési eljárások logikája alapvetően igen egyszerű. Elsőként a kiindulási forrásként használt társadalmi-gazdasági tartalmakból bottom-up vagy top-down módszerrel vektoros rácsmodelleket szükséges szerkeszteni. A kialakított grid cellaértékei, mint attribútumok megtartása mellett ezt követően a grid egységeket raszterekké lehet konvertálni, vagy legalább is raszterekként lehet értelmezni. A kapott eredmények pszeudo-raszterekként funkcionálnak, melyeken a legtöbb raszteres művelet értelmes módon kivitelezhető.

A hagyományos raszterelemzési módszertan számos eljárást ismer,

melyek közül több is jól használható a társadalmi-gazdasági differenciák rácshálóban értelmezett területi vizsgálatainál. Jól használható eljárásokat kínálnak például a területi szűrők vagy szomszédsági operátorok.

A területi szűrők (filterek) eljárásainak középpontjában a rasztertopológia áll, más szóval az a tény, hogy a raszteres rendszerben a képpontok (pixelek) determinisztikus szomszédsági rendben, azaz általában – de nem kizárólagosan – négyzethálós formában helyezkednek el egymás mellett. A szűrők lényegében raszteres szomszédsági operátorok, amelyek az alkalmazott algoritmusok alapján a szomszédsági adatok ismeretében alakítják át az adott lokációban található raszter értékét. A raszterelemzés ún. fokális operátorainak használata során az output értékek a vizsgált cellahalmaz fókuszában realizálódnak. Más szóval, ha például egy 3x3 cellás ablakkal futtatjuk a fokális átlag operátort, akkor az átlagszámítás eredményét az ablak középpontjaként szolgáló cellába kapjuk. A fokális operátorok új értékei tehát a szomszédos entitások eredeti értékein alapulnak. A raszteres adatbázisok helyi szomszédsági vizsgálataihoz alkalmazható függvények köre igen változatos (lásd Tomlin 1990), ilyen például a fokális átlag, a fokális medián vagy a fokális diverzitás.

A különféle statisztikai funkciók használata a területi szűrésben más és más érdemleges eredményeket adhat. A felhasználási lehetőségek és az alkalmazható eljárások köre tehát igen változatos. A teljesség igénye nélkül többek között az alábbi eljárások említhetők:

- a cellák értékének átlaga,
- a leggyakrabban előforduló érték,
- a legnagyobb érték,
- a cellák értékének mediánja,
- a legkisebb érték,
- a legritkábban előforduló érték,
- a legnagyobb és a legkisebb értékek különbsége,
- a cellák értékének szórása,
- a cellák értékének összege,
- a cellák között az egyedi előfordulások száma.

Hagyományos értelemben a raszteres szűrés azokat az eljárásokat foglalja magában, amelyekkel az eredetileg nyert értékekről az esetleg fellelhető (többnyire zavaró jellegű) hatásokat leválasztják, vagy más esetben külön kiemelik (Detrekői–Szabó 2002). A területi szűrések jellegük szerint így lehetnek aluláteresztők (low pass filters), melyek célja a zavaró jellegű hatások kiküszöbölése, vagy felüláteresztők (high pass filters), ahol a cél a zavaró jellegű hatások kiemelése. Ezek az eljárások a társadalmi-gazdasági adatokból képzett pszeudo-raszter rácsmodelleknél is hasonlóképp

használhatók.

A raszter-alapú topológikus területi szűrők meglehetősen nagy szabadságot nyújtanak a felhasználóknak. A szűrők maguk rendkívül sokféleképpen definiálhatók. Az ablakméret tetszőleges NxN formában meghatározható, a belső cellasúlyok változatosan alakíthatók (általában egész számok, de lehetnek törtek is). Általánosságban egy N=3 szélességű mátrixban a területi szűrő az alábbi tipikus, de nem kizárólagos formát öltheti:

$$\begin{pmatrix} c & a & c \\ a & b & a \\ c & a & c \end{pmatrix} \quad vagy \quad \begin{pmatrix} d & e & f \\ g & h & i \\ j & k & l \end{pmatrix}$$

ahol a, b és c tetszőlegesen megválasztható, akár egyenlő is lehet (pl. a simító szűrő esetében), vagy csak a és c egyenlő (pl. kernel-szűrőknél), vagy lehet akár d-től l-ig mindegyik érték különböző. Még általánosabban fogalmazva ha Zi egy m=NxN mátrixban (ablakban) található együtthatók halmaza és Pi az ablakba eső kiindulási raszter-értékek halmaza, akkor adott szűrt raszter (R) értéke

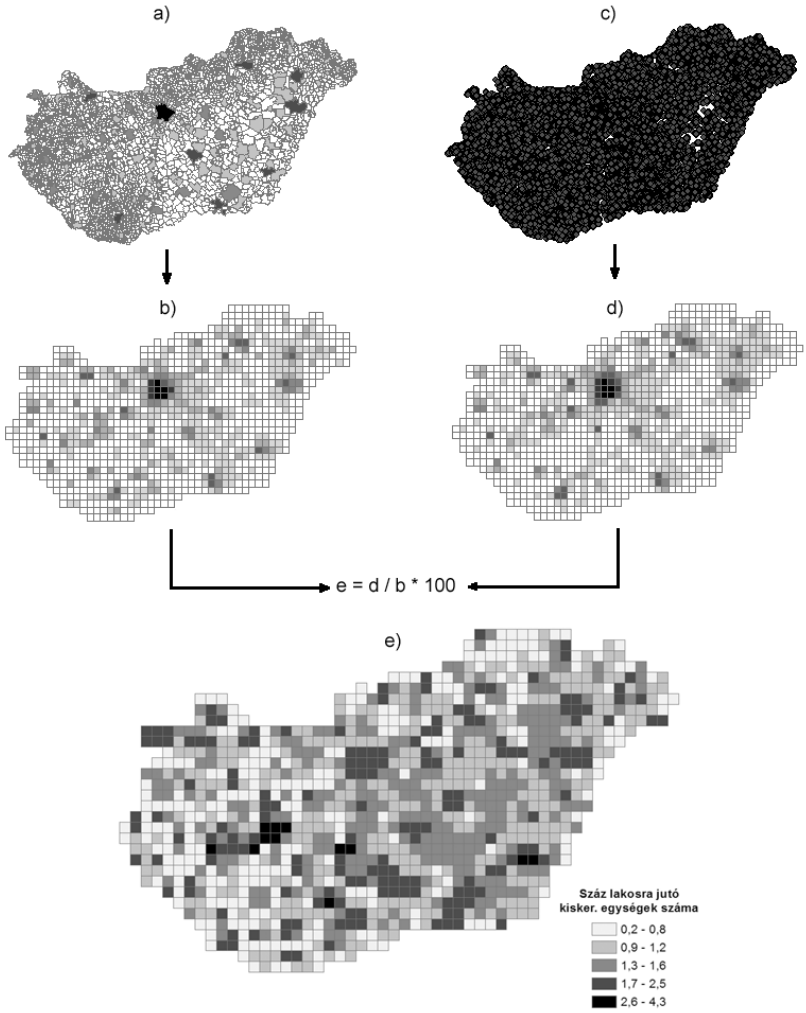
$$R = \sum_{i=1}^{m} Z_i P_i \Big/ \sum_{i=1}^{m} Z_i + B$$

ahol B értéke, mely leggyakrabban 0, egy módosító tényező, ami növeli vagy csökkenti a filter értékét egy fix mennyiséggel (Fotheringham–Brunsdon–Charlton 2002). A fentebb említett logika csak a lineáris szűrőkre vonatkozhat, a nem lineáris változatok (például amelyek a minimumot, a maximumot, a szórást vagy a különböző osztályok számát adják eredményül) az ablakba eső halmazon saját függvényeiket, algoritmusaikat futtatják le.

Egészen más elemzési lehetőségeket kínál a rasztermatematika vagy raszteres térképi algebra lokális változata. A raszteres térképi algebra lokális funkciói az egyes egyedi rasztercellák adataival dolgoznak, és csakis annak az adatait veszik figyelembe. A lokális térképi algebrai funkciók lehetnek aritmetikaiak, trigonometrikusak, exponenciálisak, logaritmikusak, statisztikusak vagy logikaiak. Triviális példa ha egy input réteget használunk ,és minden egyes cellát egy konstans értékkel szorzunk meg. Ennél izgalmasabb persze az, ha bemenetként már eleve több raszter-állományt használunk, és az egyik raszter réteg például a másik szorzójaként kap szerepet. A raszteres lokális térképi algebrai műveletek a legkülönbözőbb változatúak lehetnek. Alkalmazásuknak lényegében csak a kutatói, felhasználói fantázia szab határt.

Alkalmazási példák

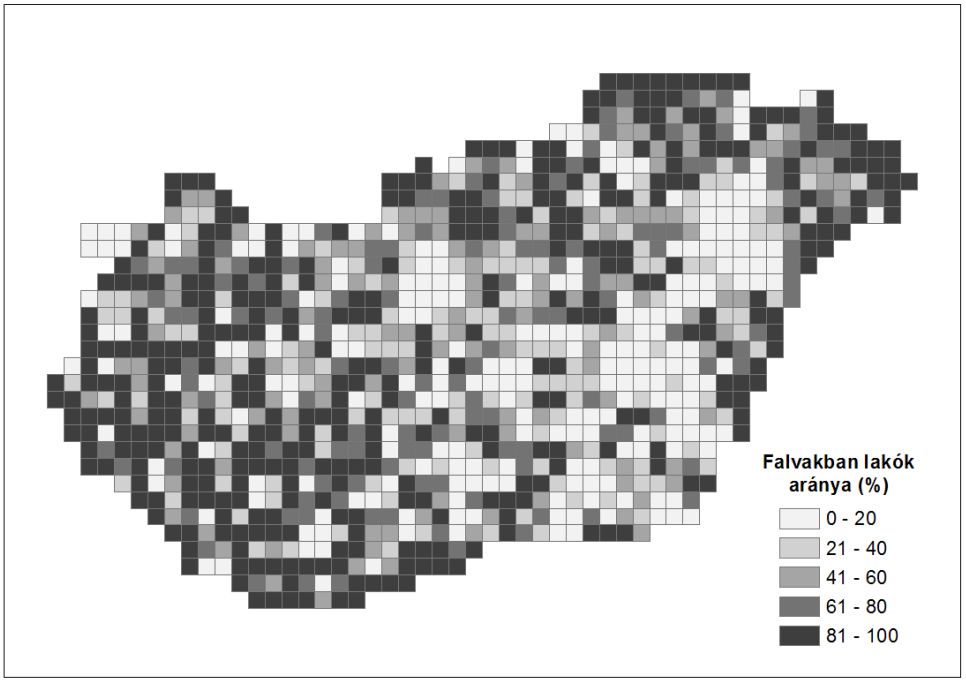
A vektoros társadalmi-gazdasági adatok raszter-jellegű vizsgálatának számos lehetősége közül az első példában a kiskereskedelmi potenciál területi differenciáltságának egyik pszeudo-rasztereket alkalmazó modelljét mutatjuk be. A vizsgálati eljárás során a módosítható területi egység problematika közigazgatási határoktól független rácshálós megoldását választottuk annak érzékeltetésére, hogy a térben hol jelentkezik jellemzően a keresletet meghaladó vagy azt épp nem megfelelő mértékben kielégítő kiskereskedelmi potenciál.



1.ábra A kiskereskedelmi potenciál 10x10 km-es rácshálóban meghatározott értékei (2012)

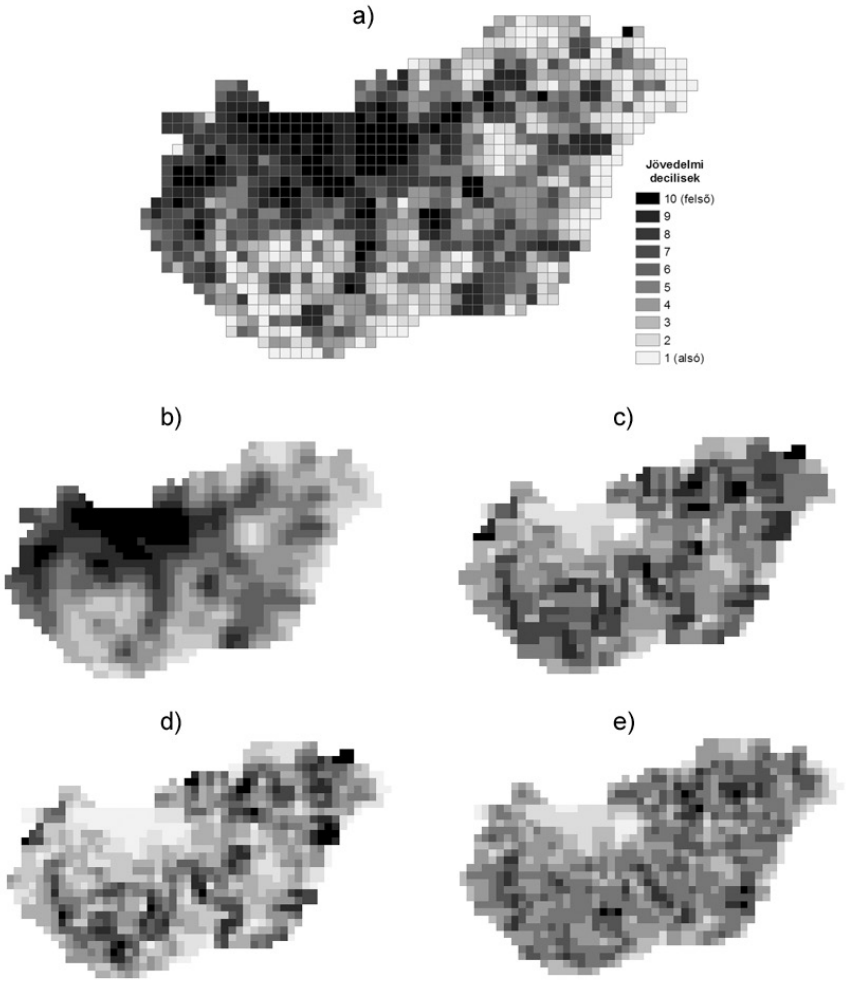
A kínálati oldalt a modellben az egyes területeken jelenlévő kiskereskedelmi egységek aggregált száma alapján határoztuk meg 10x10 km-es rácshálóban top-down módszerrel a KSH T-STAR adataiból kiindulva (*1. ábra a és b résztérképek*). Keresleti oldalként a modellben a 19-60 éves népesség területi létszáma szerepelt, melyet ugyanazon 10x10 km-es rácshálóban határoztunk meg bottom-up módszerrel ESRI-BM címpontos adatokra alapozva (*1. ábra c és d résztérképek*). Az eredményül kapott keresleti és kínálati rácsháló, mint két pszeudo-raszter réteg hányadosának kiszámításával ezt követően meghatározható lett a lakosságarányos kiskereskedelmi boltsűrűség (*1. ábra e résztérkép*).

A száz lakosra jutó kiskereskedelmi egységek országos átlagértékéhez (1,52) képest az eredménytérkép szerint például a Balaton zónája, a főváros térsége vagy egyes alföldi (általában városias) körzetek cellái jó ellátottsági viszonyokról tájékoztatnak. Ezzel ellentétben a kiskereskedelmi lehetőségek még nem teljesen kielégítettek több dunántúli vagy észak-magyarországi körzetben (különösen a falusias térségekben). (A modell inverzeként vizsgálható az egy kereskedelmi egységre jutó lakosságszám cellénkénti értéke is.)



2. ábra A falvakban lakók arányának 10x10 km-es rácshálóban értelmezett értékei (2012)

A falvak és a városok közötti különbségeket vizsgálja a második példánk is. A falusi-városi népességarány eddigi legalacsonyabb értelmezhető területi szintje a járás (kistérség) volt, annál kisebb léptékben, például települések szintjén ez a ráta nem meghatározható, hiszen egy település jogállás szerint vagy város vagy község. Rácsháló-szerű aggregációban ugyanakkor vizsgálható ez a kérdés, ha a bottom-up módszerrel kialakított népességi aggregációkban attribútumként az eredeti települési jogállás státuszát is összesítjük. A kapott eredménytérkép (*2. ábra*) ennek alapján jól képes szemléltetni az urbánus-rurális, vagy precízebben a város-falu különbségeket a népesség területi megoszlásában.



3.ábra Az egy lakosra jutó jövedelem 10x10 km-es rácshálóban meghatározott decilisenkénti megoszlása és derivált térképei (2012)

A harmadik példánk néhány fokális operátor felhasználásával kialakított eredményeket jelenít meg. A kiindulásként használt jövedelmi decilis-eloszlás ordinális kategóriáiból (*3. ábra a résztérkép*) az alkalmazott 3x3 cellás, azaz 30x30 km-es fokális modellek segítségével meg lehetett határozni a jövedelemszint fokális átlagértékét (*3. ábra b résztérkép*), terjedelmét, azaz a maximális és a minimális kategóriaérték különbségét (*3. ábra c résztérkép*), a lokális egyenlőtlenségeket kifejező szórását (*3. ábra d résztérkép*), vagy a jövedelmi decilis-kategóriák lokális változatosságát (*3. ábra e résztérkép*). Az alkalmazott modellek ismét bizonyítják a módszer hasznosságát az alacsonyabb területi szintek egyenlőtlenségi és egyéb karakterisztikáinak meghatározásánál.

Felhasznált irodalom

Detrekői Á.–Szabó Gy. (2002): Térinformatika. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.

Eurostat (2006): ESSnet GEOSTAT population-grid project. http:// ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population_grids

Fotheringham, A. S.–Brunsdon, C.–Charlton, M. E., (2002): Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships, John Wiley & Sons Ltd. Chichester, UK.

Tomlin C. D. (1990): Geographic information systems and cartographic modelling. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

Development of the methodological foundations of GIS technology for geographical and territorial analysis when creating adaptive - landscape system of agriculture in Kazakhstan

Kerimbay N. N.[1] – Mamutov ZH. U.[2] – Kakimzhanov E. H.[3] – Makash K.K[4.] – Kerimbay B.S.[5]

[1] University of West Hungary, Faculty of Geoinformatics post doctoral student kerimbay64@gmail.com
[2] Kazakh National University, Al- Farabi, Faculty of Geography and Nature Management, Department of geography, land management and cadastre, professor, mamutov1939@mail.ru
[3] Kazakh National University by Al- Farabi, Faculty of Geography and Nature Management, Department of geography, land management and cadastre, Ph.D student, erka_7717@mail.ru
[4] Kazakh National University, Al- Farabi Kazakh National University, Faculty of Geography and Nature Management, Department of Cartography and Geoinformatics, senior teacher, ziko.52@mail.ru
[5] Kazakh National University by Al- Farabi, Scientific Research Institute of problems Ecology, The guiding Researcher, Bayan.Kerimbay.65@mail.ru

Abstract: Kerimbay N. N., Mamutov ZH. U., Kakimzhanov E. H., Makash K.K., Kerimbay B.S. "Development of the methodological foundations of GIS technology for geographical and territorial analysis when creating adaptive - landscape system of agriculture in Kazakhstan".

Relevance

Agricultural Science of Kazakhstan has specific recommendations and proposals implants, which production can be a means of increasing the efficiency of the agricultural sector. However, it should be noted a considerable lag of the republic from developed countries to release products / crops from 1 hectare. With so natural - resource potential, fertile land reserves of humus which the republic is the sixth largest in the world, yields of staple food crops - wheat, more than three times lower than the world average.

Success in a number of countries associated with the conduct of the modern differentiation of cropping systems for different agro-ecological conditions and the knowledge from the obvious need to adapt agricultural technologies to different levels of intensification of production, economic structure and further to the market with a/c products.? On the basis of this motivation we needed to solve actual problem to develop scientific - methodological basis of adaptive - landscape of farming systems (ALSZ) with spatial analysis on an example Ili Alatau Almaty region (Kenenbaev S.B et al. 2010).

Scientific novelty

For the first time in Kazakhstan held a territorial analysis of the classification categories of landscapes and issuing soil-geomorphological and landscape map for the creation of adaptive-landscape system of agriculture. In this case, the methodological approach to the differentiation of landscapes to taxonomic units fatsiya and urochishcha with the issuance of paper and electronic versions of maps? Of 1: 25,000 scale (Kerimbay N.N. et al. 2013).

Our purpose was to conduct a territorial analysis of the northern slope of the Ili Alatau, Zhambyl, Karasai and Talgar district Almaty region make up the electronic versions of maps fatsiya and urochishcha based Kaskelen experimental farm.

To hold territorial analysis of the northern slope of the Ili Alatau, Zhambyl, Karasai and Talgar district Almaty region in key areas on the basis of Kaskelen experimental farm;

- to carry out theoretical and methodological analysis and develop detailed principles of differentiation of landscapes on the fatsiya and urochishcha develop instructional techniques and create their maps and to hold practical testing on site Kaskelen experimental farm;
- carrying out agro-ecological assessment of dry lands on the main soil-environmental criteria in the subzone foothill light chestnut soils Ili Alatau.

Research Methods

- design ALSZ and agricultural technologies based on electronic GIS maps;
- the selection production areas with fairly uniform soil cover and the optimal conditions of moisture, heat supply and soil fertility;
- a precision seedbed preparation, sowing precise, differentiated fertilizer and other agricultural chemicals in accordance with the microstructure of the soil and the state of the crops;
- control the special production process of plant varieties by micro periods organogenesis using self-adjusting automated tools based on electronic control systems;
- identification of crop conditions, the forecast yield and quality of products on the basis of automated remote monitoring systems, yield mapping in the process of cleaning (T.A.Trifonova et al. 2002).

Results

After drawing up a landscape map followed by their further differentiation to the level of the urochishcha and fatsiya. It refers to the territorial structure of the landscape, which is characterized by a set of territorial unit, related to certain spatial relationships. Their differentiation and making large-scale maps are an integral part when designing ALSZ (V. Miller et al. 2002).

These areas, in most cases, coincide with the areas of the peasant - farmers. Consequently, the task of our study was to develop a methodology and allocation fatsiya urochishcha within the landscape using remote sensing identified in 2013. To do this, we needed to have satellite images and conduct a theoretical analysis of each of these taxonomic units for the purpose of practical differentiation and as a result make relevant maps. fatsiya can be combined in various territorial structures, depending on what kind of system-attitude taken in this integration. Type of relationship between the fatsiya is the basis of the territorial allocation of the landscape structure. (*Fig. 1-6.*)

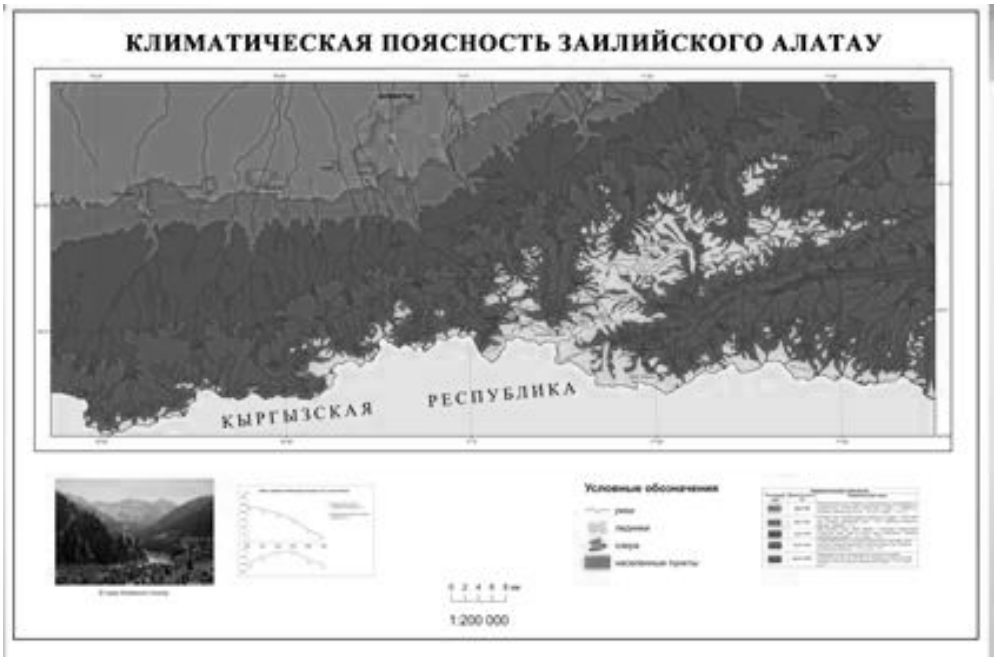


Fig. 1. Ili Alatau climatic zones



Fig. 2. Satellite image Ili Alatau

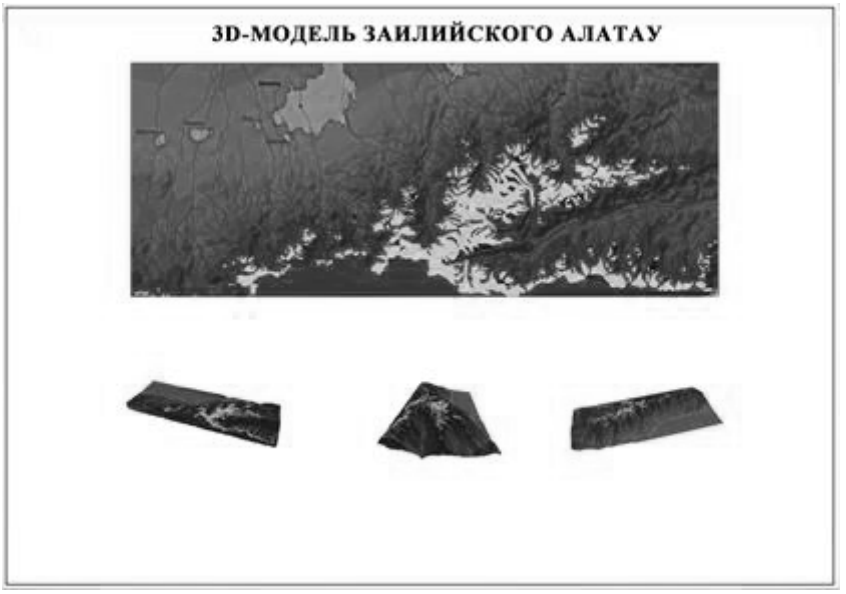


Fig. 3. 3-D model Ili Alatau

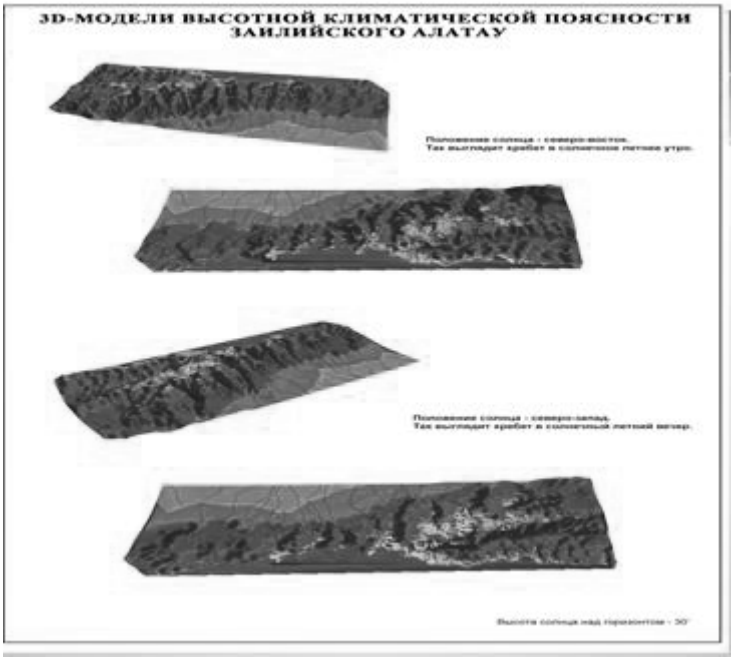


Fig. 4. 3-D model of the high-altitude climatic zonation Ili Alatau

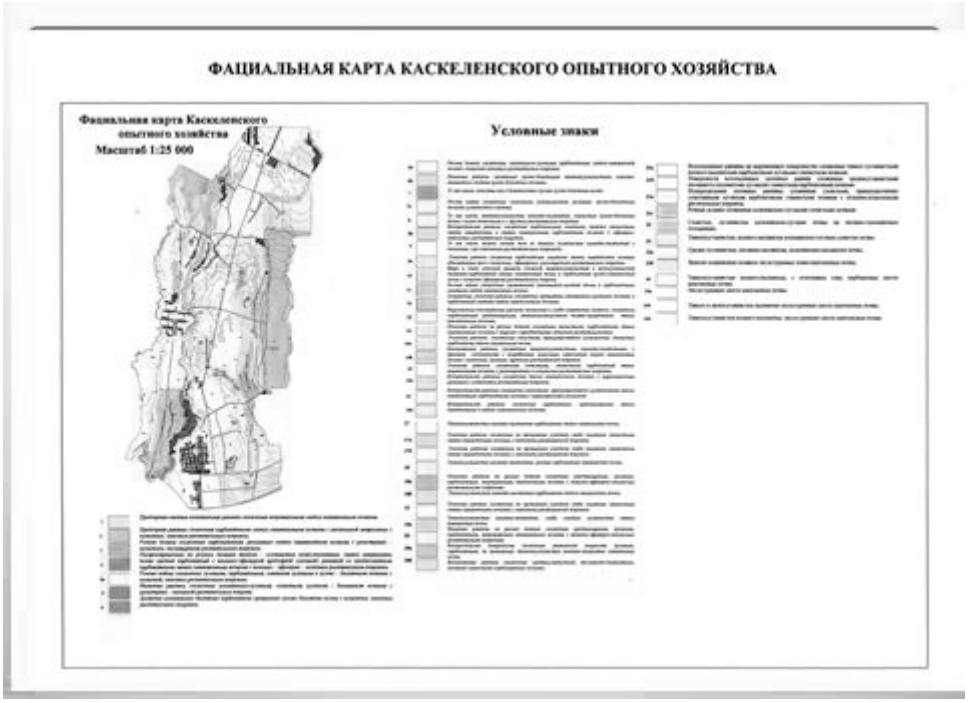


Fig. 5. Facies Map Kaskelen experimental farm

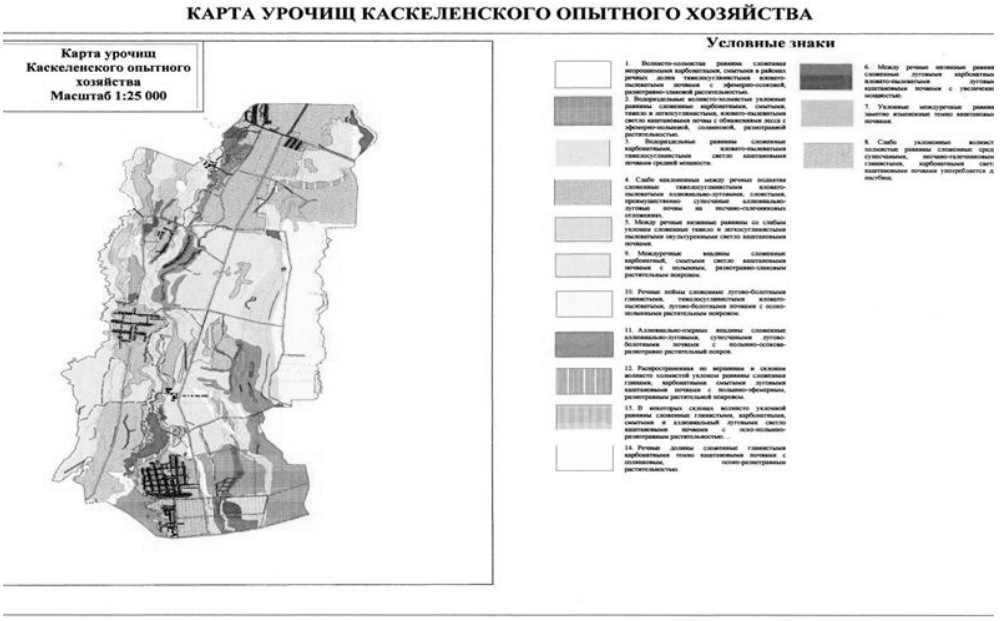


Fig. 6. Map urochishcha Kaskelen experimental farm

In applying the above mapping methodology and the use of other available stock of different cartographic materials, and our own field research drawn.

- Maps of surface water and irrigation systems separately for Zhambyl, Karasai and Talgar district of the northern slope Ili Alatau region on a scale of 1:100 000;
- soil and geomorphological map of the area and on the same scale;
- agro-landscape map study area at the same scale.

Conclusion

Was conducted a selection of satellite images for territorial analysis fatsiya and urochishcha in key areas of the Ili Alatau includes arable land, irrigation systems, lakes, reservoirs, which allowed for the primary agri-environment group lands. On the basis of these results, it was composed "Map urochishcha Kaskelen experimental farm" on a scale of 1:25 000 It has been prepared in two ways: a) leaf shape on paper that can be published typographic way; b) compiled with the help of GIS technology incorporated in the electronic version of a computer that can be used if necessary.

Has theoretical - methodological, methodical analyzes and developed

detailed principles of differentiation of landscapes on the urochishcha and fatsiya. In this case, through the analysis and synthesis of the literature of different schools landscapes developed theoretical justification of the principles of differentiation landscapes into smaller taxonomic units in relation to the creation of ALSZ. After that developed instructional techniques of creation fatsiya and urochishcha with the definition of the optimal scale.

Based on the above source material, and composed of soil and geomorphological maps using GIS technology (ENVI and ArcGIS) a provisional electronic and paper versions of "Maps of the agro-landscapes of study area of the northern slope of the Ili Alatau region" on the scale 1:100 000.

References

Kenenbaev S.B et al. (2010): "The concept of adaptive - landscape system of agriculture to the south - east of Kazakhstan for the period up to 2010 . "Almalybak, 2006, pp. 38 .

Kerimbay N.N. et a.(2013): "Creating the methodological basis of adaptive-landscape system of agriculture with the use of GIS - technologies (for example, the northern slope of the Ili Alatau)". // Bulletin of KazNU. Al-Farabi series "Ecology" 2013 №2 / 1 (38). - Page. 73-78.

T.A.Trifonova–V.G.Prokoshev–S.V.Roschin–A.N.Krasnoschekov (2002): GIS technology in the adaptive landscape agriculture. Journal ArcReview / / № 1 - 2002

V. Miller–E.A Yakovlev–I.S. Shevchenko (2002): Analysis of agricultural and geochemical properties of soils using GIS technology. Journal ArcReview / № 1 - 2002

A Kazinczy-levelezés vizualizációja Google eszközök segítségével

Kis Réka[1] – Gede Mátyás[2]

[1] PhD hallgató, ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, kirqact@caesar.elte.hu;
[2] adjunktus, ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, saman@map.elte.hu

Abstract: This paper discusses the cartographical presentation of the correspondence of Ferenc Kazinczy, which contains some 6,500 letters from more than 600 leading figures of culture, politics, literature and church from the turn of the 18th and 19th centuries. The social network of Kazinczy well surpasses the borders of the historic Kingdom of Hungary, a fact remarkable even for a cartographer. Thus the wish to publish the correspondence on maps helping the research and illustrating research results has arisen. The cartographic visualization can give a comprehensive profile of the intensity and the territorial placement of the correspondence. In the autumn of 2013, we have set the cartographisation of the entire correspondence as our target at request of the Research Group for Hungarian Literature Textology. The present study deals with the data at disposal, the processing of this data as well as the possible ways of presentation using web-cartographic modules of Google.

Bevezetés

Mesterszakos diplomamunkámban Kazinczy Ferenc levelezésének kartográfiai feldolgozásával foglalkoztam. A témát irodalomtörténészek ajánlották, akiknek nagy segítséget jelentett kutatásaik végeztével, ha a mintegy hat és félezer tételes levelezést térképen is láthatják.

A téma időszerűségét az adja, hogy Magyarország 2009-ben ünnepelte Kazinczy Ferenc születésének 250. évfordulóját. Az MTA támogatásával működő Klasszikus Magyar Irodalmi Textológiai Kutatócsoport munkájának köszönhetően, amely a Debreceni Egyetem, az Eötvös Loránd Tudományegyetem és a Szegedi Tudományegyetem konzorciumi partnerségével működik, a 18–19. századi magyar irodalom klasszikusainak kritikai kiadásai sorra napvilágot látnak. A jubileum alkalmából ebbe a sorba illeszkedik a Kazinczy-életmű is (Czifra M. 2013).

Kazinczy Ferenc munkásságának legjelentősebb részét levelezése adja, mely főként a fogsága utáni időszakból (1801–1831) maradt ránk. A mintegy hatezer-ötszáz levél huszonöt kötetben és két pótkötetben jelent meg 1890 és 1911 között (Váczy J. 1890–1911), valamint 2013-ban (Orbán L. 2013, Soós I. 2013).

Felmerül a kérdés, hogy a levelezés mitől válik ábrázolhatóvá, és mi alapján lehet azt ábrázolni. Erre a lehetőséget és a módszert a különböző témák feldolgozásánál az határozza meg, hogy az mennyi és milyen ponton kapcsolódik a földrajzi térhez.

Jelen tanulmány a rendelkezésre álló adatokról, azok feldolgozásának menetéről szól, továbbá annak bemutatásáról, hogy a Google bárki számára elérhető, webkartográfiai moduljai miként állíthatók ennek a témának a szolgálatába.

Az adatok, a keltezés helyeinek feldolgozása

A téma feldolgozásához a Klasszikus Magyar Irodalmi Textológiai Kutatócsoport rendelkezésemre bocsátott egy részletes adatbázist, amely tételesen feltünteti az összes levelet, azok íróját és címzettjét, a keltezés idejét és helyét a levélen szereplő írásmóddal, illetve egyéb vonatkozó adatokat. Az adatokat táblázatba rendezték, mely a későbbi munkát segítette, ugyanis ezen a módon kezelhető legjobban ez a levélmennyiség.

Az adatbázis térképészek számára legfontosabb adatai a településnevek, mert ezek határozzák meg egy-egy levél földrajzi vonatkozását, és ezáltal válnak „térképezhetővé" a levelek. Ehhez azonban először a helységneveket azonosítani kell a mai megfelelőikkel, majd „egységesíteni" a névváltozatokat, kiküszöbölni a névpárhuzamokat, és átírni mai helyesírás szerint. Ez a folyamat adta a munka nagyobbik részét.

A települések között sok olyan szerepel, amely a 20. század határváltozásainak következtében a mai Magyarország határain kívül található. Egészen a 19. század végéig homonimák éltek a köznyelvben, amelyek feloldására, szabályozására a 18–19. században merült fel az igény, eleinte csak a közigazgatásban, majd a posta fejlődése segítette a folyamat hivatalos mederbe terelését. Ennek végeredményeként született meg az 1898. évi IV. törvénycikk, amely kimondja, hogy Magyarországon minden településnek csak egy, a belügyminiszter által jóváhagyott neve lehet, és egy helységnév csak egy települést jelölhet.

A településnevek helyesírásbeli egységesítéséhez, azonosításához első sorban Lelkes György Magyar helységnév-azonosító szótárát használtam (Lelkes Gy. 2011). Emellett Kazinczy Pályám emlékezete című munkájának, a kutatócsoport gondozásában megjelent kritikai kiadása helynévmutatóját (Kazinczy F. 2009), az Erdélyi Magyar Adatbank interneten elérhető helységnévtárait (Sebők L. 1999–2014, Szabó M. A.– Szabó M. E. 1999–2014), a Debreceni Egyetem Magyar Nyelvtudományi Intézete által kiadott Magyar Digitális Helynévtárat (Hoffmann I.–Tóth V.–Schwing, J. 2014), valamint a Központi Statisztikai Hivatal Magyarországi Helységnévtárának (KSH 1873–2014) digitálisan elérhető változatát, illetve az 1784–87-es első magyarországi népszámlálásról megjelent kötetét (Danyi D.–Dávid Z. 1960).

Döntő többségben ezek elegendőek voltak a lista feldolgozásához. Ha azonban valamely településnévvel kapcsolatban továbbra is fennállt a bizonytalanság, elsősorban a levelek szövegtartalma és a levélírók életrajzi adatai (a levél keltezésekor hol jártak, mivel foglalkoztak), vagy településtörténeti leírások alapján volt lehetséges döntést hozni. Végeredményben, az adatbázisban előforduló összes helységnevet azonosítani tudtam.

Néhány példa álljon itt a névváltozatokra.

1. Több tagból álló, külön vagy kötőjellel írandó településnevek, vagy csak egy-egy hangzóban eltérő nevek: Celldömölk: Dömölk, Nagydömölk, Nagy-Dömölk, Nemesdömölk; Felsőzsolca: Solca, Soltcza, Zsolca, Zsolcza;Kisazar (Malé Ozorovce, Szlovákia): Kis Azor, Kis-Azár.
2. Részben vagy teljesen megváltozott névalakok, ahol a mai alak II. József idejében még nem létezett: Átány alakja: Szárazbő; Balhás: Mezőszilas; Csűrfalva (Cliţ, Románia) alakja: Klics; Székelyandrásfalva (Săcel, Románia) alakjai: Andrásfalva, Óandrásfalva, Oláh Andrásfalva.
3. Idegen nyelvű névalakok: Besztercebánya (Banská Bystrica, Szlovákia) alakjai Neusohl, Neüsohl [német]; Győr alakjai: Raab [német], Ráb [németből magyarosodott], Jaurinum [latin]; Pozsony (Bratislava, Szlovákia): Preßburg [német], Posonium [latin]; Törökbálint: Gross-Turbal [német].
4. Helységnevek, amelyek akkor még önállóak voltak, ma azonban valamely helység részeként találhatók meg. Például Szirma, Csaba: Miskolc; Sáncz: Nagykanizsa; Blumenthal (magyarul Virágvölgy): Pozsony (Bratislava, Szlovákia); Széphalom: Sátoraljaújhel.
5. Európai városok: Berlin, Drezda, Lipcse, Ulm (Németország), Escarmain, Párizs (Franciaország), Gazzuolo (Olaszország), Bécs, Linz (Ausztria), London (Anglia), Brünn, Prága (Csehország), Brzeżany (Ukrajna), Krakkó, Przemyśl, Varsó (Lengyelország), Zürich (Svájc.

A helységnevek nagy részénél egyértelműen megállapítható, hogy ma milyen néven ismert és hol található. Azonban sok esetben a névazonosságok, a későbbi település-összevonások következményeként végbement névváltoztatások vagy az idegen nyelvű névalakok megnehezítették egy-egy település azonosítását.

A kézhezvételkor rendelkezésre álló adatbázisban hatezer-ötszázhuszonegy levélből nyolcszázegy keltezetlen volt. Azonban a keltezetlen levelek közül körülbelül száztíz esetében fellelhető volt a keltezés helye a levél szövegében, illetve további körülbelül négy–ötszáz levélnél a levél

dátuma és tartalma, valamint írójának feltételezett tartózkodási helye alapján valószínűsíthető a keltezés helye.

A kutatócsoporttól kapott táblázatban minden előforduló helységnevet sikerült azonosítani. Keletkezett egy kibővített táblázat, amely új adatoszlopokkal gyarapodott: a települések mai magyar és hivatalos nevével, az ország nevével, ahova ma a helység tartozik, és a vármegye vagy tartomány nevével, ahova II. József idején tartozott. Ez utóbbi főleg a mai országhatárokon kívül eső települések esetében fontos.

Néhány számszerű adat: a levelezés tizenhat országra terjed ki; összesen 453 névalak szerepel a levelezésben, amely ma 317 települést jelöl, ebből 285 található a II. József korabeli Magyarországon, és 196 fekszik a mai Magyarország területén; emellett a 783 levelezőpartner 471 levélíróból és 498 címzettből tevődik össze.

Az adatok megjelenítése Google alkalmazások segítségével

A *Google Fusion Tables* (nyers magyar fordítása Egyesítő táblázatok) a Google egyik webes alkalmazása. Az alkalmazással lehetővé válik egy jól, pontosan összeállított adattáblának a *Google Maps* térképeken való földrajzi térbe helyezése, megjelenítése. Nemcsak a térinformatika és térképészet, de más területek képviselői számára is könnyen használható. Nagy előnye, hogy rövid idő alatt gyors és látványos megjelenítést tesz lehetővé.

Az alkalmazás használata egyszerű. A *Fusion Tables* megnyitása előtt célszerű egy pontosan kitöltött adattáblát létrehozni, ez lesz az alapja a későbbi munkának. Ezt követően a *Fusion Tables* által támogatott UTF-8-as karakterkódolású *csv, kml, tsv* vagy *txt* fájlformátumok egyikébe kell menteni a megjeleníteni kívánt adattáblát, jelen esetben a kutatócsoporttól kapott táblázatot pontosvesszővel tagolt *csv* formátumba mentettem. Érdemes ekkor ellenőrizni, hogy minden adat megfelelően szerepel-e az újonnan exportált fájlban, ugyanis a feltöltés után már nincs lehetőség nagy mennyiségű adat automatikus javítására, azokon csak egyesével lehet változtatni, ami hosszú időt vehet igénybe.

A kiválasztott fájl alapértelmezett módban a feltöltött adatok háromféleképpen jelennek meg. Először hagyományos táblázat formájában (*Rows 1*), másodszor úgynevezett kis adatkártyákon (*Cards*), amely azt jelenti, hogy az egyes sorok adatai összesítve jelennek meg, harmadszor pedig térképen. Ha a feltöltött táblázat legalább egyik oszlopa tartalmaz földrajzi adatot, akkor azokat közvetlenül a térképi megjelenítés előtt az alkalmazás megpróbálja automatikusan *geokódolni*, de ezt külön is meg lehet tenni.

Az automatikus *geokódolás* nagy százalékban biztonságos, azonban kis részben még ellenőrizni és javítani kell. A geokódolás azt jelenti, hogy adott objektumhoz földrajzi koordinátát rendelünk, ezáltal a helyzetét azonosítjuk. A geokódoláshoz szükséges adatformátum lehet valamilyen létező igazgatási egység neve (országnév, megye- vagy tartománynév, helységnév), vagy pontosan megadott cím, illetve földrajzi koordináták is megadhatók, a *Google Maps* a saját rendszerében felhasználó barát felületet biztosít ennek a folyamatnak.

Az adatok négyféle adattípusba sorolhatók. Általános formátum a szövegformátum, ide tartoznak a képek is, illetve az internetes hivatkozások. Az időt, dátumot az egyesült államokbeli dátumformátumok valamelyikében lehet csak kezelni. A harmadik adatféle a szám, amely többek között tizedesjegy vagy százalékos alakban is megadható. A negyedik a földrajzi fekvésre vonatkozik.

Az alkalmazás automatikusan menti a táblázat változtatásait, amelyek nem visszavonhatók. Elemzésre, további adatmegjelenítésre különböző diagramok-ábrázolások állnak rendelkezésre, egy másik fülön az adatok statisztikai jellegű összevetésére külön is lehetőség van.

Az adatformátumok helyes használata lehetővé teszi a keresési és szűrési feltételek megadását, és a kívánt művelet pontos végrehajtását. Például a magyar dátumformátumot *1788. 10. 05*. alakban nem ismeri fel az alkalmazás, azonban, ha *1788-10-05* formában írjuk be, kereshetővé válnak a dátumok, hosszabb időszakok.

A többféle diagram közül az egyik kifejezetten a kapcsolatok megjelenítését teszi lehetővé (*Network graph*). Megfelelő beállítások mellett a levelezés és/vagy Kazinczy kapcsolati rendszere nagyon szépen kirajzolódik. A rendszer automatikus beállításai mellett, a felhasználó is szűrheti az adatokat, kiválasztja, hogy mely levelezőpartnereket kapcsolja Kazinczyhoz (a kapcsolatok ún. súlyozása a levélíró által írt levelek számától függ), és hogy ezekből egyszerre mennyi jelenjen meg a képernyőn (*1. ábra).*

A levelezésben résztvevő települések tehát a geokódolás után azonnal láthatóvá válnak. Azonban a megjelenítés csak arra terjed ki, hogy melyek azok a települések, ahol az egyes leveleket keltezték. Van lehetőség a településeket szám szerinti adatok alapján elkülöníteni, de mivel a rendelkezésre álló jelek teljesen különbözőek, így mennyiség alapján hierarchikus kategorizálás nem lehetséges (*2. ábra*).

Az alkalmazásban úgynevezett hőtérképet (*Heat map*) is elő lehet állítani, amely a földrajzi térben ábrázolni kívánt települések sűrűségét ábrázolja, tehát

a helységek sűrűsödési helyeit láttatja, nem a területen kelt levelek sokaságát (*3. ábra*).

Az egyes levelekhez tartozó információk a helységeket jelölő szimbólumra kattintva, egy szövegbuborékban láthatóvá válik. A megjelenítésre szánt adatokat külön be lehet állítani, tartalma és megjelenése a kártyákéhoz hasonló, amelyek az adattábla Google Fusion Tables-be való importálásakor jöttek létre.

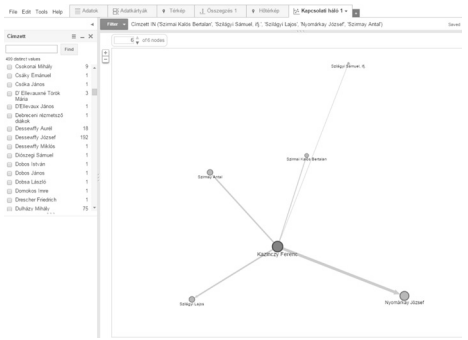
Két létrehozott adattáblát, amennyiben egy-egy oszlop adatai kapcsolhatók egymáshoz, lehetőség van egyesíteni, és az elemzéseket a két adattábla megfelelő adataira kiterjeszteni. Ezáltal nagyobb adatmennyiség és átfogóbb elemzések, lekérdezések végezhetők.

Az adatokat ezek után jóval kevesebb idő árán *Google Earth*-ön is megjeleníthetjük. A *Fusion Tables* táblázatának adatait a helyadataikkal együtt exportáljuk kml formátumba, és ezt a *Google Earth*-be betöltjük. A településeket az ott kelt levelek száma alapján itt sem lehet hierarchikusan ábrázolni, csak a szoftver adta lehetőségeken belül lehet változtatni a megjelenítési stílust, azonban ha egy-egy települést jelölő szimbólum fölé állunk az egérrel, vagy kijelöljük azt, egy csillagszerű alakzat jelenik meg annyi ággal, amennyi levél az adott helységhez tartozik, és ez mindenképp nagyon hatásos látványt mutat (*4. ábra*).

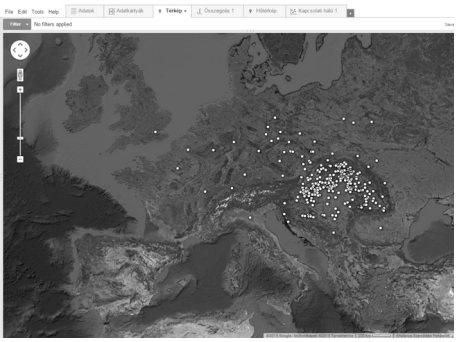
A *kml* formátum azt is lehetővé teszi számunkra, hogy időre vonatkozó adatokat is megjelenítsünk. Mivel a levelek többségénél a keltezés ideje is ismert, érdemes kihasználni ezt a lehetőséget.

Időadatokat is tartalmazó kml fájl megnyitásakor a *Google Earth*-ben beállíthatjuk a megjelenítendő időintervallumot, és lehetőség van időalapú animációra is.

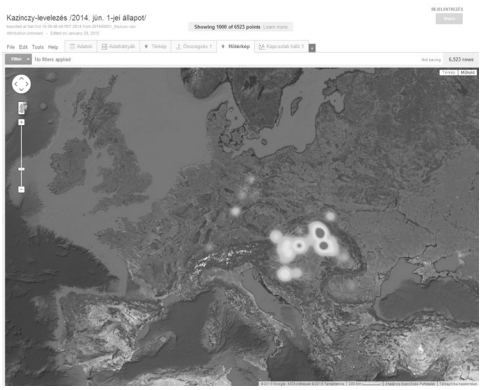
A kml kódban az egyes elemekhez időintervallumot (*TimeSpan*) vagy



1. ábra A kapcsolati háló ábrázolása a Google Fusion Tables alkalmazásban



2. ábra A Kazinczy-levelezés megjelenése Google Map-en a Fusion Tables-ben



3. ábra Hőtérkép a Google Fusion Tables-ben



4. ábra A levelezés megjelenése Google Earth-ön a Budapesthez tartozó 576 levél csillagszerű szerteágazódása

időpontot (*TimeStamp*) adhatunk meg. Esetünkben az intervallum megadása a célszerűbb, mivel így az adott elem nem csak egy pillanatig, hanem hosszabb ideig látható az animáció során.

Egy releváns sor a kml kódból például a következőképpen néz ki:

```
<Placemark>
        <name>6245. levél</name>
        <TimeSpan>
                <begin>1786</begin>
                <end>1787</end>
        </TimeSpan>
        <address>Košice</address>
</Placemark>
```

Összegzés

Európa más, felvilágosodás kori alkotóinak kétszer-háromszor nagyobb levelezését már jórészt feldolgozták. Itthon hiánypótlónak bizonyul az a munka, amellyel a kartográfia hozzájárulhat a magyar irodalomtudomány Kazinczy Ferenc munkásságának, és ezen belül is a levelezésének még részletesebb feldolgozásához.

A levelezés térképezésének fő célja az volt, hogy a kutatók munkáját segítse azáltal, hogy a földrajzi térben való ábrázolással szinte kézzelfoghatóvá teszi a levelek alapján kirajzolódó kapcsolatrendszert. Továbbá árnyalja az íróról kialakult képet a nagyközönség körében.

Számokban az adatok a következők. A levelezés tizenhat országra terjed ki, amelyek a résztvevő települések mennyiségének sorrendjében a következők: Magyarország (133), Szlovákia (69), Románia (59), Horvátország

(14), Németország (11), Csehország és Lengyelország (8), Ukrajna (5), Ausztria, Szerbia (4), Bosznia-Hercegovina, Franciaország, Szlovénia (2), Anglia, Olaszország és Svájc (1). Összesen 453 helységnévalak szerepel a levelezésben, amely ma 317 településnek felel meg, ebből 285 található a II. József korabeli Magyarországon, és ezek közül már csak 196 fekszik a mai Magyarország területén. A levelezésben 783 levelezőpartner vett részt, 471 levélíróból és 498 címzettből.

Az irodalomtörténeti téma más módszerekkel való feldolgozása már elkezdődött, amelyek újabb távlatokat nyithatnak meg. Azonban nemcsak Kazinczy, hanem kortársainak, illetve más korok képviselőinek munkásságának megjelenítésével a felvilágosodás magyar irodalmi életének kapcsolatrendszere jelenhetne meg. Egy megfelelően kialakított internetes felülettel a tudományos élet képviselőin és kutatóin kívül sokak számára elérhetők lennének a korszakról és alkotóiról meglévő ismeretek.

Felhasznált irodalom

Czifra Mariann (2013): Kazinczy Ferenc és az ortológusok. Árnyak és alakok az 1810-es évek nyelvújítási mozgalmában, Ráció, Budapest.

Danyi Dezső–Dávid Zoltán szerk. (1960): Az első magyarországi népszámlálás (1784–1787), KSH Könyvtára, Budapest. Online: http://mdh.unideb.hu/ [2014. 05. 18.]

Hoffmann I.–Tóth V.–Josef Schwing szerk. (2014): Magyar Digitális Helynévtár Debreceni Egyetem Magyar Nyelvtudományi Tanszék, Debrecen. Online: http://mdh.unideb.hu/ [2014. 05. 18.]

Lelkes György (2011): Magyar helységnév-azonosító szótár, Argumentum–KSH Könyvtár, Budapest.

Kazinczy Ferenc: Pályám emlékezete. S. a. r.: Orbán László, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen.

Magyarország Helységnévtára [online], Központi Statisztikai Hivatal (1873-2014), Budapest. Online: http://www.ksh.hu/apps/hntr.main?p_lang=HU [2014. 05. 18.]

Orbán László s. a. r. (2013): Levelezés: XXIV. kötet: 3. pótkötet, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen

Sebők László: Határon túli magyar helységnévszótár [online], Média Index Egyesület, Kolozsvár (Cluj-Napoca). Online: http://sebok2.adatbank.transindex.ro/. [2014. 05. 18.]

Soós István s. a. r. (2013): Kazinczy Ferenc levelezése. Hivatali levelezés. XXV. kötet, Debreceni Egyetemi Könyvkiadó, Debrecen.

Szabó M. Attila–Szabó M. Erzsébet: Erdélyi és moldvai helységnévtár [online], Média Index Egyesület, Kolozsvár (Cluj-Napoca). Online: http://szabo.adatbank.transindex.ro/. [2014. 05. 18.]

Váczy János (1890–1960): Kazinczy Ferenc levelezése, MTA Irodalomtörténeti Bizottság, Budapest.

Deltatorkolat az alagsorban!? – Kismintás hidromorfológiai vizsgálatok

Kiss Kinga[1] – Halmai Ákos[2] – Czigány Szabolcs[3]– Balassa Bettina[4] – Bugya Titusz[5] – Lóczy Dénes – Pirkhoffer Ervin[6]

[1] PhD hallgató, PTE TTK Földrajzi Intézet, kissk@gamma.ttk.pte.hu
[2] tanársegéd, PTE TTK Földrajzi Intézet, halmaia@gamma.ttk.pte.hu
[3] egyetemi docens, PTE TTK Földrajzi Intézet,sczigany@gamma.ttk.pte.hu
[4] egyetemi adjunktus, PTE TTK Földrajzi Intézet, balassab@gamma.ttk.pte.hu
[5] egyetemi adjunktus, PTE TTK Földrajzi Intézet, titusz@gamma.ttk.pte.hu
[6] egyetemi docens, PTE TTK Földrajzi Intézet, pirkhoff@gamma.ttk.pte.hu

Abstract: In hydrology, geomorphology and geology, small-scale modeling methods have an increasing importance. The sandtable at the University of Pécs has been built for this purpose in 2013. This modeling system is used for the monitoring of various morphological processes, including the formation of fanglomerates, tectonical phenomena or river channel development. To quantify fanglomerate development, we have carried out a sandtable experiment under laboratory conditions. By employing the geomodel and simulating the real-world processes, we have developed a novel method that, with the support of photogrammetric images, is capable of calculating the perimeter, slope, volume and rate of volume changes of the fanglomerates.

Bevezetés és célkitűzés

A Pécsi Tudományegyetem Földrajzi Intézetében hidromorfológiai és tektonikai modellezés céljából született meg az áramlástani terepasztal, mely ellenőrzött körülmények között alkalmas a modelltérben zajló folyamatok monitorozására (Pirkhoffer E. et al. 2014). A terepasztal a PTETHYS nevet viseli, mely Project for Tectonical and Hydrological Simulations szóösszetételből származik. A kísérletek a 4,2×2,5 m méretű modelltérben zajlanak (*1. ábra*).

A modellek célja, hogy a valóságot tanulmányozhassuk annak kicsinyített, egyszerűsített változatában (Bertalan L.–Szabó G. 2014). A vizsgálandó folyamat lehet akár mederfejlődés, akár fanglomerátum-épülés vagy tektonikai jelenségek. A kísérletek során alakuló felszín digitális formában történő előállításához a fotogrammetriát hívjuk segítségül, így akár centiméternél kisebb felbontású modellt készíthetünk az aktuális felszínről. Célunk annak elérése, hogy megfelelő módszerekkel monitorozzuk – jelen esetben – egy hordalékkúp képződésének folyamatát a terepasztalon, valamint megvalósítsuk a számítógépes feldolgozás menetét. Ez magában foglalja az optimális vízmennyiség megállapítását, a markerek elhelyezését a modelltérben, valamint ezek helyének pontos meghatározását és megfelelő



1. ábra A terepasztal

számát, a kamerák beállítását és azok pozícióját, valamint a legalkalmasabb szoftver kiválasztását a digitális felszínmodell elkészítéséhez.

Anyag és módszer

A modellrendszer kísérleti terében szemcseméret alapján osztályozott anyag alkotja a felszínt. A különböző méretű szemcséket szín alapján különböztetjük meg. Bézs színű mészkőből készült a 0,2 mm-es osztály, vörös márványból a 0,6 mm-es, a 0,8 mm-es kategóriához fekete andezitdarálmányt, az 1 mm-es szemcseméretheż szürke bazaltot alkalmaztunk. A terepasztal vezérlése számítógéppel irányított léptetőmotorokkal történik. Erre a feladatra és a modelltér képeinek elkészítésére két külön számítógépet használunk.

A kísérlet során elkészített felvételek feldolgozásához az Agisoft PhotoScan fotogrammetriai szoftver 1.1-es verzióját használjuk, mely sztereo képpárok alapján képes a digitális modell elkészítésére. A digitális felszínmodellek és ortofotók értékeléséhez ArcGIS 10.2.2 programot használunk.

A modelltérről 8 db Canon EOS 1100D típusú kamera készít felvételeket állítható időközönként, melyekből a felszín virtuális modellje készül el az említett Agisoft PhotoScan segítségével. A kamerák egy, a terepasztal felett elhelyezkedő konzolon foglalnak helyet úgy, hogy a fanglomerátum épülési helyére tekintenek (*2. ábra)*. A képpárok közötti átfedés nagyjából 80%. Minél nagyobb ez az átfedés az egyes fotók között, annál könnyebben találja meg

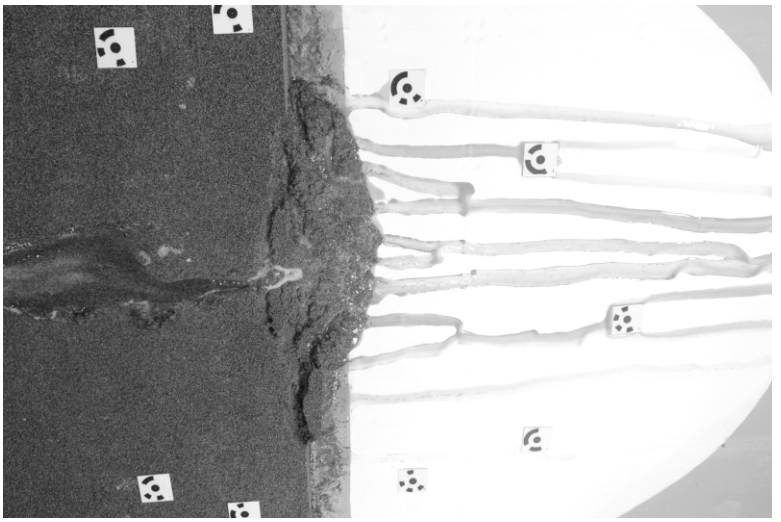


2. ábra A kamerák elhelyezkedése a konzolon

a kapcsolópontokat a 3D modellt számító algoritmus. A fényképezőgépek USB porton keresztül csatlakoznak a számítógéphez és egyszerre készítenek felvételt a felszínről, így akkor is készíthetőek modellek, ha a folyamat gyorsan zajlik. A kísérleti helyszínt reflektorokkal világítjuk meg, vakut nem alkalmazunk a felvételezés során.

A kísérletet megelőzően a modelltérben elhelyezünk a szoftver számára automatikusan felismerhető markereket, melyek 2 mm vastag műanyaglapokra nyomtatott jelek. A lapokat a hordalékkúp képződési helye körül a felszínre ragasztjuk, így a kísérlet során nem mozdulnak el, azonban betemetődhetnek, tehát ilyen esetben a feldolgozás során nem használhatóak. Ezeken kívül az anyag felszínére is helyezünk markereket, melyek néhány esetben áthelyeződnek, így használhatatlanná válnak a modellkészítés során (*3. ábra*). Ahhoz, hogy a modellezést pontosan megvalósítsuk, szükségünk van a modelltérben elhelyezett markerek és a terepasztal feletti konzolrendszeren elhelyezett kamerák pontos helyzetére, valamint a kamerák képei közötti megfelelő átfedésre. A koordináták mérésére egy Sokkia mérőállomást használunk helyi koordináta rendszerben előre definiált pontok alapján.

A fejlődő hordalékkúpot különböző mérőszámokkal jellemezhetjük. Ilyen mérőszám például annak kerülete, valamint ennek alakulása a kísérlet folyamán. Ezen kívül megvizsgáljuk annak átlagos lejtését és térfogatát. Valamint vizsgálhatjuk a képződmény bármely más kiválasztott geometriai jellemzőjét is (Gao, Sh. 2007; Giles, Ph. T. 2010).

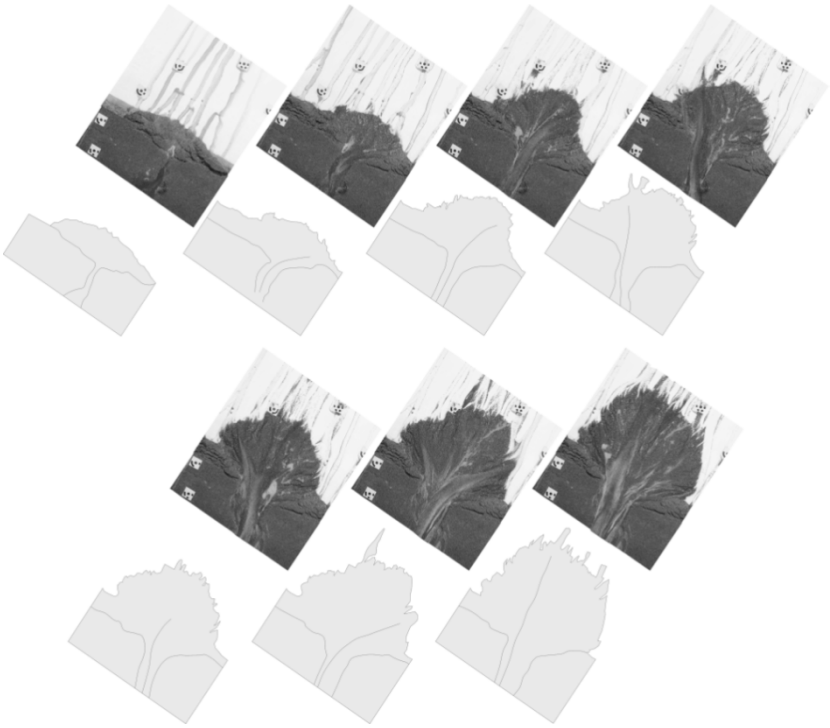


3. ábra A markerek

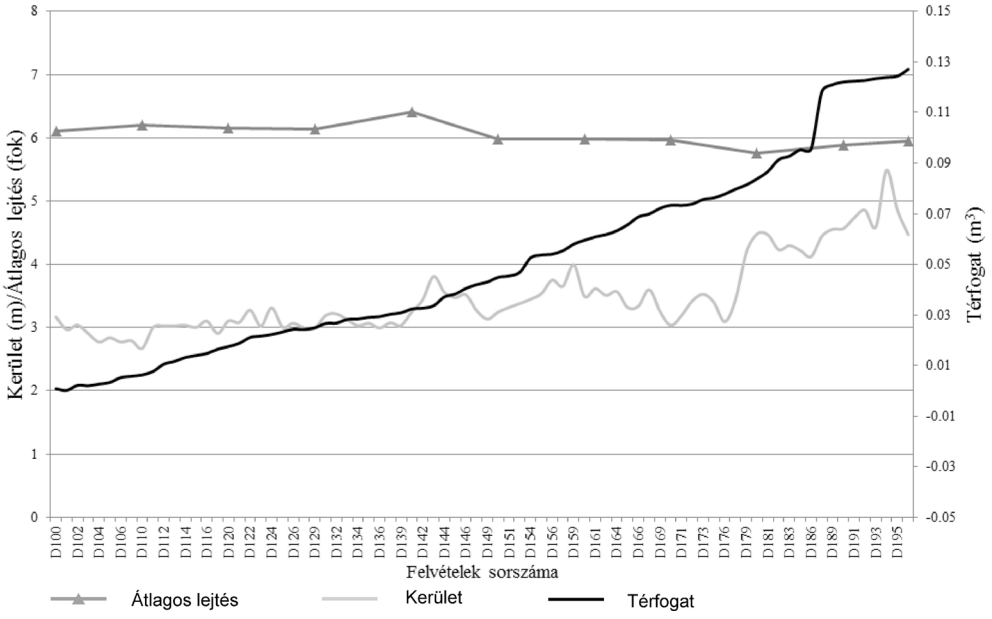
Eredmények

A terepasztal segítségével egy folyók által legyező alakban lerakott hordalékkúp fejlődését vizsgáltuk (Anthony, J. A. 2015; Bárcenas, P. et al. 2015). A kísérlet során az asztal dőlése hosszirányban 5°, az anyagvastagság 8 cm volt. Az asztal anyagát úgy alakítottuk, hogy az teljesen sima felületű legyen, valamint a végén egy az asztalra merőleges fallal zárul folyásirányban. A felvételeket 4 másodperces időközökkel készítettünk a felszínről, így a gyorsan zajló események biztosan rögzíthetőek. A készített képek mérete 4272×2848 pixel. A vízhozam 3 liter volt percenként. A kísérlet előtt vízpermettel előnedvesítettük az anyagot, valamint kialakítottunk egy medret, így gyorsabban indul meg a mederképződési folyamat. Ez egy nagyjából 2 cm mélységű hossztengely irányú háromszög keresztmetszetű meder. A kísérlethez összesen 9 db markert használtunk, a kamerák fókusztávolsága 21 mm. A feldolgozás során a készített felvételekből 3D modelleket alakítottunk ki (Geleynse, N. 2011), melyek számításához egy Intel i7-3820 processzor, Asus P9X79 alaplap, nVidia GTX 660 Ti, 32 GB memóriával rendelkező konfigurációt alkalmaztunk. Az elkészült felszínmodelleket és ortofotókat 0,31 mm-es pixelmérettel exportáltuk (*6. ábra*).

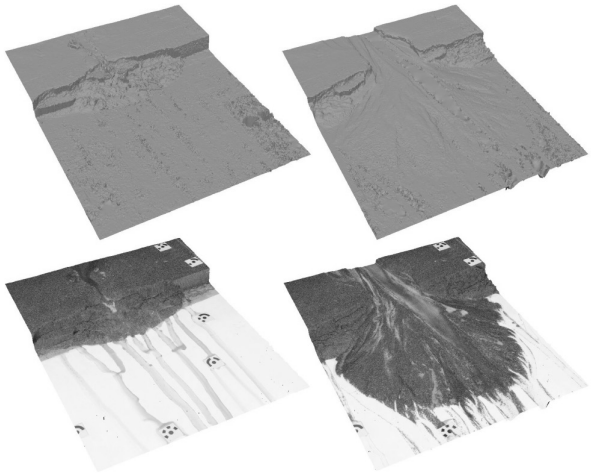
A kísérlet összesen 14 percig tartott. Ez idő alatt kifejlődött a hordalékkúp, melyről 210 felszínmodell és ortofotó készült (*4. és 6. ábra*). Ezek kiértékeléséhez egy automatizált módszert alakítottunk ki az ArcGIS 10.2.2 ModelBuilder segítségével. Ennek során számítjuk ki a hordalékkúp kerületét, térfogatát és annak átlagos lejtését.



4. ábra A fanglomerátum épülésének folyamata a többször áthelyeződő főággal



5. ábra A fanglomerátum kerületének és térfogatának alakulása a kísérlet során



6. ábra A kísérlet kiindulási- és végállapotának 3D modellje

A fanglomerátum épülése során az apex pont folyamatosan vándorol a meder alakulásának függvényében, valamint a vízfolyás főága többször áthelyeződik (*4. ábra*).

A kísérlet folyamán a képződmény kerülete változó, növekvő tendenciát mutat. A kerület és térfogat, valamint az átlagos lejtés változását az *5. ábra* grafikonja szemlélteti, mely a kísérlet 7. percétől mutatja az említett jellemzők alakulását (100–199. állapot). A térfogat változása a kerület növekedését követi: ahol a kerület viszonylag gyorsan megnövekszik, látható, hogy térfogat is követi azt.

A kerületekre vonatkozó adatok valamilyen szintű ingadozást mutatnak. Ezt magyarázhatjuk azzal, hogy a folyamat során a kialakuló fiók-hordalékkúpok közötti területek feltöltődnek, majd később újabbak alakulnak ki. Tehát első esetben a kerület nagyobb, utóbbi esetben kisebb értéket vesz fel. Az átlagos lejtés értékét az y tengelyen egységesen torzítottuk a szemléletesebb ábrázolás érdekében. Ez monoton csökkenő tendenciát mutat. Ahogy a fanglomerátum homlokfrontja halad előre, a tetőrégió egyre ellaposodott síkot képez, amelynek az átlagos lejtés szempontjából meghatározó szerepe van (Demeter G. et al. 2006).

Az eljárás részletességével, és pontosságával több alkalmazott kutatást is elősegíthet. A modellünk felhasználható római lelőhelyek betemetődésének vizsgálatához Pécsen. Ugyanis településünkön az egykori nekropolisz egy, a Mecsek oldalából induló, rövid vízfolyások által lehordott anyag segítségével temetődött be. Mivel a hordalékkúp törmeléke több, régészetileg biztosan azonosítható leletet is tartalmaz, így ezen koradatok segítségével mind a

hordalékkúp fejlődése, mind a folyamat modellezett gyorsasága is validálható.

Felhasznált irodalom

Anthony, J. A. (2015): Wave influence in the construction, shaping and destruction of river deltas: A review. Marine Geology 361, p. 53–78.

Bárcenas, P.–Lobo, F. J.–Macías, L. M.–Fernández-Salas, L. M.–López-González, N.–Díaz del Río, V. (2015): Submarine deltaic geometries linked to steep, mountainous drainage basins in the northern shelf of the Alboran Sea: Filling the gaps in the spectrum of deltaic deposition. Geomorphology 232, pp. 125–144.

Bertalan L.–Szabó G. (2014): Fotogrammetria-alapú domborzatmodellezés folyóvizes terepasztalon. In: Balázs Boglárka (szerk.): Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában V. Konferencia helye, ideje: Debrecen, Magyarország, 2014. május 29.–2014. május 31. Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó, 2014. pp. 69–76.

Demeter G.–Szabó Sz.–Szalai K.–Püspöki Z. (2006): Statisztikai lejtőprofil és a digitális magasságmodell-felbontás kapcsolatának vizsgálata. In: Dobos Endre, Hegedűs András (szerk.): Lehetőségek a domborzatmodellezésben: A HUNDEM 2006 konferencia közleményei. Konferencia helye, ideje: Miskolc, Magyarország, 2006. november. 10. Miskolc: Miskolci Egyetem (ME), 2007. Paper 4.

Gao, Sh. (2007): Modeling the growth limit of the Changjiang Delta. Geomorphology 85/3-4, pp 225–236.

Geleynse, N.–Storms, J. E. A.–Walstra, D.-J. R.–Jagers, A. H. R.–Wang, Z. B.–Stive, M. J. F. (2011): Controls on river delta formation; insights from numerical modelling. Earth and Planetary Science Letters 302/1-2, pp. 217–226.

Giles, P. T. (2010): Investigating the use of alluvial fan volume to represent fan size in morphometric studies. Geomorphology 121, pp. 317–328.

Pirkhoffer E.–Czigány Sz.–Bugya T.–Balassa B.–Bötkös T.–Lóczy D.–Fábián Sz. Á.–Varga G.–Kovács M.–Halmai Á.–Rábay A.–Nagy G.–Jancskárné Anweiler I.–Falmann L. (2014): PTETHYS, a térinformatika és fizikai kisminta modellezés újszerű megközelítése. In: Balázs Boglárka (szerk.): Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában V. Konferencia helye, ideje: Debrecen, Magyarország, 2014. május 29. –2014. május 31. Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó, 2014. pp. 271–279.

Új biomassza erőmű – és kiszolgáló ültetvények – helyének meghatározása térinformatikai módszerekkel az Inno Energy KIC keretében

Kiss Levente[1] – Ladányi Richárd[2]

[1] tudományos munkatárs Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft., levente.kiss@bayzoltan.hu
[2] tudományos munkatárs Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft., richard.ladanyi@bayzoltan.hu;

Abstract: Our aims in the frame of the InnoEnergy project are to elaborate a methodology and a GIS software module which helps to optimize the logistic tasks along the way of establishing new Biomass Power Stations (BPS). The most important factor of functioning a BPS is to ensure the raw material continuously. Raw material means such biomass plants that are originated from the proximity of the BPS as the logistic costs dominate the economy efficient operation. For supporting the localization of the new BPSs the project participants deal with the following planning activities: elaboration of new GIS mapping procedures for representation of the potential plantations from the viewpoints of plant types and quantities as well as heating values, solving the seasonality of plant growing by determining the number and capacity of the plant stocks nearby the new BPS location, and on the base of this antecedent steps: the optimal localization of the new BPSes.

A projekt célja

A fosszilis energiahordozók árának alakulása miatt és energiafüggőségi-, valamint környezetvédelmi szempontokat figyelembe véve megállapíthatjuk, hogy foglalkoznunk kell a biomasszából nyerhető energia hatékony előállításával és felhasználásával. A biomassza erőművi hasznosítása csak rövidtávú szállítás mellett gazdaságos, ezért új erőművek létesítése, vagy a növények ilyen szempontú termelése megköveteli a precíz logisztikai tervezést. A fent említett projekt keretében az vizsgáljuk, miként lehet a térinformatika eszközeivel hatékonyan támogatni ezt a fajta logisztikai tervezést.

Biomassza a 2010. évi CXVII. törvény alapján: „biomassza: a mezőgazdaságból - a növényi és állati eredetű anyagokat is beleértve, erdőgazdálkodásból és a kapcsolódó iparágakból, többek között a halászatból és az akvakultúrából - származó, biológiai eredetű termékek, hulladékok és maradékanyagok biológiailag lebontható része, valamint az ipari és települési hulladék biológiailag lebontható része”

Biomasszából alapvetően háromféleképpen állítható elő energia:

1. erőműben eltüzelve
2. bioetanolt előállítva gépjárművekben üzemanyagként hasznosítva

3. biológiailag elgázosítható biomasszából biogázt előállítva és azt erőműben eltüzelve

Ebből mi az első lehetőséggel számoltunk. Az erőműben felhasználhatunk – a kazán függvényében – a mezőgazdaság melléktermékeit, valamint kifejezetten erre a célra „termesztett" energianövényeket. Amennyiben általunk ültetett energianövényekből kívánjuk kinyerni a tüzelőanyagot, akkor a telepítésnél figyelembe kell venni, hogy a terület földrajzi adottságai megfeleljenek a telepítendő növények igényeinek pl.:

- talaj fizikai és kémiai tulajdonságai
- napsütéses órák száma
- éves csapadékmennyiség

Magyarország jó biomassza termelő potenciállal rendelkezik, a napsütéses órák száma 1700-2100 közé esik, az éves átlagos csapadékmennyiség 500-800 mm a terület függvényében. Ezen növények terelése megvalósulhat ártereken, mezőgazdasági művelés alól kivont területeken, rekultivált szemétlerakókon, és használaton kívüli szükségtározók területén is. (Kazai Zs. 2008)

A térinformatikai adatbázis fejlesztése

Egy adatbázis használhatóságát meghatározza az adatok minősége, mennyisége, aktualitása, valamint az adatokat összefogó rendszer. A valóság tökéletes modellezése lehetetlen feladat, de törekszünk a minél jobb eredmény elérésére, ezért a rendszerünket folyamatosan fejlesztjük.

A geoadatbázisban létrehoztunk a Forrás, Igény és Egyéb kategóriákat, ezekbe soroltuk be a települések elhelyezkedésével-, a földrajzi- és növénytermesztéssel kapcsolatos információkat tartalmazó rétegeinket. A települések környezetének vizsgálatakor meg kell említenünk a potenciális elsődleges biomassza termő területeket. Itt elsősorban a nagyvízi mederre és a szükségtározókra koncentráltunk, mert nincsenek állandó jelleggel víz alatt, alkalmasak lehetnek elsődleges biomassza termelésre.

Természetesen az előbbi területek és a mezőgazdasági területek között előfordulhat átfedés, de ezeket a duplikációkat kezeltük.

A területek egymásból való „kivonásának" következményeként kaptunk a potenciális termőterületek kategóriában több apró szigetszerű poligont is, amelyek területén termelhető biomassza mennyisége elhanyagolható. A modellünk ezekkel a mennyiségével is automatikusan számolna, de szeretnénk kiküszöbölni ezeknek a zavaró hatását (ami abból származik, hogy ezen szigetszerűen- az egybefüggő nagyméretű földektől esetlegesen távol-elhelyezkedő, de kis mennyiségű biomasszát szolgáltató területek felkeresése jelentősen megnövelheti a begyűjtési távolságot ezen területek és az erőmű

viszonylatában). Ennek érdekében töröltük az egy adott területi minimumot (kb. mennyi ez?) el nem érő szigetszerű poligonokat.

A szántóföldekről betakarítható és erőműben hasznosítható másodlagos biomassza mennyisége sosem éri el az adott földterületeken potenciális mennyiséget. A mezőgazdasági melléktermékek egy részét állati takarmányként, vagy alomként használják fel, jelentős részük kerül a gazdák által energetikai hasznosításra, vagy tápanyagpótlásként a területen marad, ezért foglalkozunk kell ennek a problémának a megoldásával is. Ennek érdekében úgy módosítottuk az adott poligonnal jellemzett területről potenciálisan kinyerhető biomassza mennyiségét megadó képletet, hogy az eredmény 37%-al csökkentett legyen. (Bíró B. 2012)

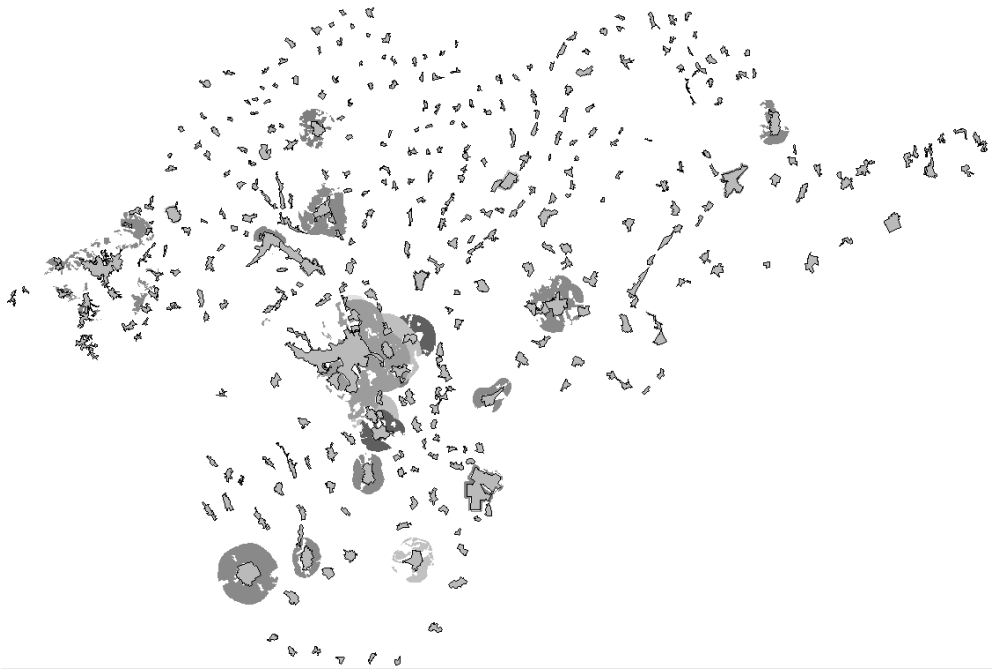
Vizsgálatok a térinformatikai modellen

A modellünkkel két különböző energiaigény kielégítését vizsgáljuk.

1. lakossági energiaigény
2. közintézmények energiaigénye

1. Amennyiben lakossági távfűtő rendszereket kiszolgáló erőmű tervezésének térinformatikai támogatása a célunk, az eszköz fő funkcióját a települések környezetében elhelyezkedő biomassza ültetvények megfelelő kijelölésében, és az ezeken termesztett növények erőműbe való beszállítását végző járatok tervezésében célszerű meghatározni. Ezen vizsgálatok különböző feltételekkel történő elvégzésének eredményét mutatja az *1. és a 2. ábra.* (A különböző színek mutatják az egyes települések igényeit kiszolgáló földterületeket, az ábrák közti különbséget megfigyelve szembeötlő a területnövekedés, amennyiben elsődleges fásszárú biomassza termelése nem lehetséges az arra alkalmas területeken)

2. Amennyiben egy településen a lakossági fűtési rendszerbe nem illeszkedő épületek (pl. közintézmények, vagy más, hasonló jellegű épületegyüttesek) fűtését biomassza mikroerőművek (kazánok) alkalmazásával szükséges megoldani, úgy a tervezőeszközt ezen tevékenység támogatása céljából kidolgozott vizsgálati elrendezésben célszerű alkalmazni. Ezen utóbbi elrendezés abban különbözik a megelőző vizsgálat során alkalmazott tervezési eljárásoktól, hogy nem csak területek kiválasztására, és az azoknak megfelelő begyűjtési járattervek meghatározására szolgál, hanem javaslatot tesz a mikroerőmű elhelyezését illetően is. Ezen funkciója során a mikroerőmű potenciális helyszíneiként a kiszolgálni kívánt intézményeket értelmezi, s ezeknek a biomassza-termőterületekhez képesti elhelyezkedése alapján

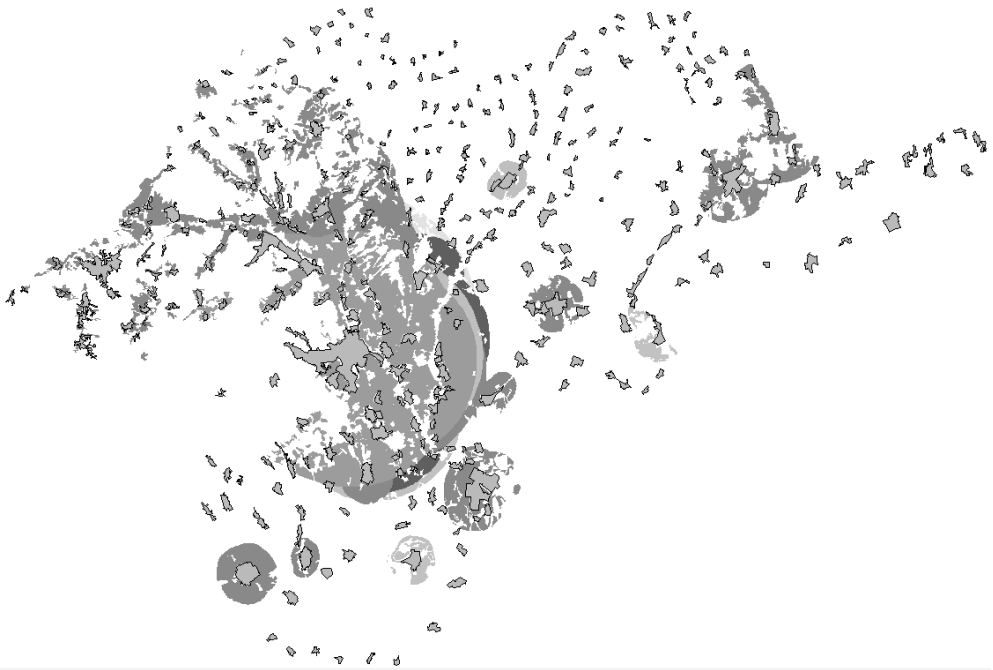


1. ábra A települések fűtési igényeinek kielégítését lehetővé tevő biomasszamennyiség termeléséhez szükséges területek a potenciális elsődleges biomassza termőterületek figyelembevételévelaz alábbi településeken: Mezőkövesd, Mezőkeresztes, Mezőcsát, Tiszaújváros, Emőd, Nyékládháza, Miskolc, Felsőzsolca, Szerencs, Sátoraljaújhely, Sárospatak, Aggtelek, Tokaj, Kazincbarcika, Onga, Edelény, Szendrő, Ózd, Encs, Tiszalúc

választja ki a logisztikai szempontból legmegfelelőbbet. Ezen megfelelőséget logisztikai szempontok szerint értelmezi; azon intézménynél javasolja a mikroerőmű kialakítását, melynek alkalmazása esetén a lehető legrövidebb a tüzelőanyag szállítási távolsága.

A jelenleg is folyó vizsgálatok a mintaterületen (B-A-Z megye) meghatározott településcsoportokon található (kiválasztott) közintézmények fűtését biztosító biomassza mennyiségére, valamint származási területük méretére és elhelyezkedésére irányulnak. A kiválasztás során az intézmények szempontjából elvárás volt az egész évben fennálló energiaigény, melyet – az Európai Unió ECOS-Overture felmérése alapján – 197-201 kWh/m2/évnek definiáltunk. A vizsgálati eredményeket a projekt weboldalán folyamatosan publikáljuk. (http://www.bayzoltan.hu/static/EIT_KIC_4_Biomassza_Logisztika.gdb.rar)

Megjegyzendő, hogy a vizsgálatok során használt célfüggvény (a logisztikai munka minimalizálása mellett) a település úthálózatát



2. ábra A települések fűtési igényeinek kielégítését lehetővé tevő biomasszamennyiség termeléséhez szükséges területek a potenciális elsődleges biomassza termőterületek figyelembevétele nélkül (csak a mezőgazdasági maradványokat felhasználva) a fentebb említett településeken

terhelő forgalom mértékének csökkentése céljából került alkalmazásra. A továbbfejlesztési elképzelések közt szerepel a kiszolgálni kívánt intézmények közötti (fűtési célú) kapcsolatok megteremtéséhez szükséges infrastruktúra (csőhálózat) figyelembevétele is.

Felhasznált irodalom

Bíró Borbála (2012): Biomassza hasznosítás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0017_11_biomassza/ch01s03.html

Dr. Matolcsi Károly (2008): Energiahatékonyság és kiserőművek

Kazai Zs. (2008): ZÖLD ENERGIÁT OKOSAN –avagy- A biomassza energetikai célú hasznosításának környezeti fenntarthatósági feltételei; ENERGIAKLUB p9

Tűzcsapkataszter a Csongrád Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság szolgálatában

Kitka Gergely[1] – Huszár Tibor[1] – Tobak Zalán[2] –
Szatmári József[2] – van Leeuwen Boudewijn[2] – Kovács Ferenc[2] –
Győri Anna – Okner Adrienn – Tóth Judit – Juhász Levente

[1] Csongrád Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, csongrad.titkarsag@katved.gov.hu
[2] Szegedi Tudományegyetem TTIK, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, kovacsf@geo.u-szeged.hu

Abstract: High quality databases are required to support disaster recovery practice. In case of fire practices, we need detailed information for effective management, but nowadays only a part of it is available as GIS data. One of the problems of the fire service which is the main subject of this publication is the lack of local information and orientation. Often the data does not exist or does not have sufficient geometric quality. Our fire hydrant database is an important basis for the fire services, because its content has been assessed according to the requirements of disaster management.

Bevezetés

Az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (OKF) az elmúlt két évben nagyfokú térinformatikai eszközfejlesztéseket hajtott végre (László P. et al. 2014) a megyei katasztrófavédelmi igazgatóságokon, hogy minél hatékonyabb döntéstámogatási mechanizmusokkal segítsék a katasztrófavédelemi műveleteket.

A katasztrófavédelem mindennapi munkájához tartozik a tűzoltás, műszaki mentés, amelynél döntő fontosságú, hogy a helyszínre kiérkező egységek milyen ismeretekkel rendelkeznek a beavatkozás helyszínéről. A riasztási helyszínre vonatkozó ismereteket gyakorlatok útján, vagy átfogó felmérések és adatszerzési eljárások során szerzett, és generált adatok használatával szerezhetik meg.

A Csongrád Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság (Csongrád MKI) és a Szegedi Tudományegyetem Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék (SZTE TFGT) közös munkájának (amelyet egy együttműködési megállapodással is megerősítettek) célkitűzése, hogy Csongrád megye összes településére vonatkozóan egy geometriailag pontos és ellenőrzött adatbázis jöjjön létre.

Terepi felmérés módszere, körülményei és eszközei

A terepei felmérési munkát igen széleskörű egyeztetési folyamatok előzték meg, amely során komoly előkészületeket tett az Igazgatóság és

az egyetem is. A felmérést megelőzően, a vízművekkel történt egyeztetés eredményeként, ahhoz csatlakoztak a 2013-ban még önálló cégként működő szolgáltató táraságok is. A vízművek átadták az eredeti tűzcsapállomány címekkel ellátott állományát, amelyeket geokódolást (2012-ben) követően a terepi mérőeszközökre feltöltve csoportonként ellenőriztek le a hallgatók a megye különböző településein.

A mérések több ütemben történtek. Az első szakaszban közel 60 geoinformatikus hallgató járta be Szeged megyei jogú város területét, majd további három szakaszban 11 hallgató az Igazgatóság Informatikai Osztályán eltöltött 6 hetes szakmai gyakorlat keretében végzett megyeszerte helyszíni méréseket.

A terepi bejárásoknak és a vízművek adatszolgáltatásának köszönhetően 2015-ben már a megye 34 településére (*1. ábra*) rendelkezésre áll a térinformatikai adatbázis, amelyet a vízművekkel való folyamatos kapcsolattartás során lényegesen egyszerűbb aktualizálni (Huszár T. et. al. 2013).

Kontrollállományként a Csongrád MKI részére már 2012-ben átadott tűzcsapokat tartalmazó adatállomány használtuk. Az adatállományt a terepi mérések alkalmával a helyszínen tapasztalt körülményektől függően módosítottuk vagy kiegészítettük.

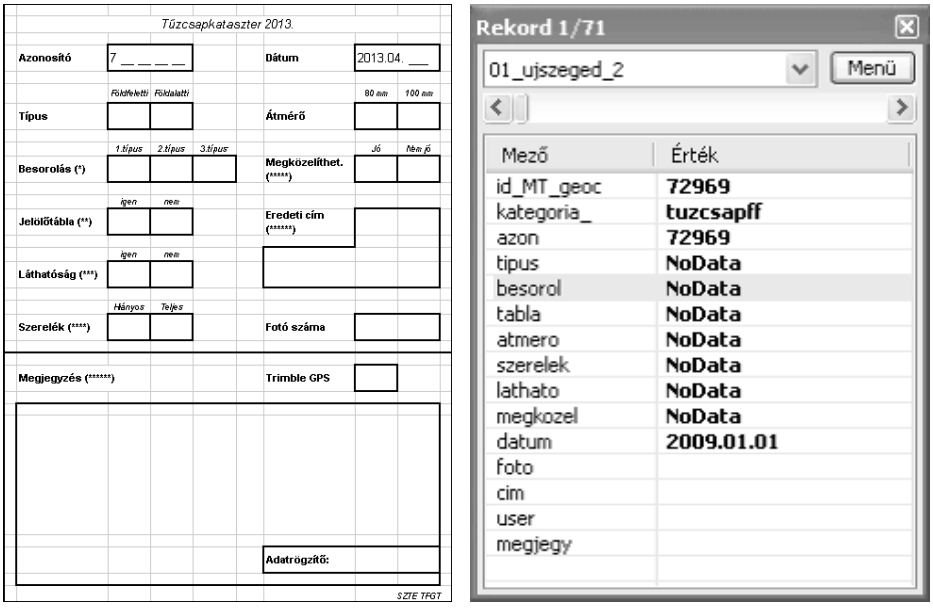


1. ábra Csongrád megye 2013-2014 között felmért települései

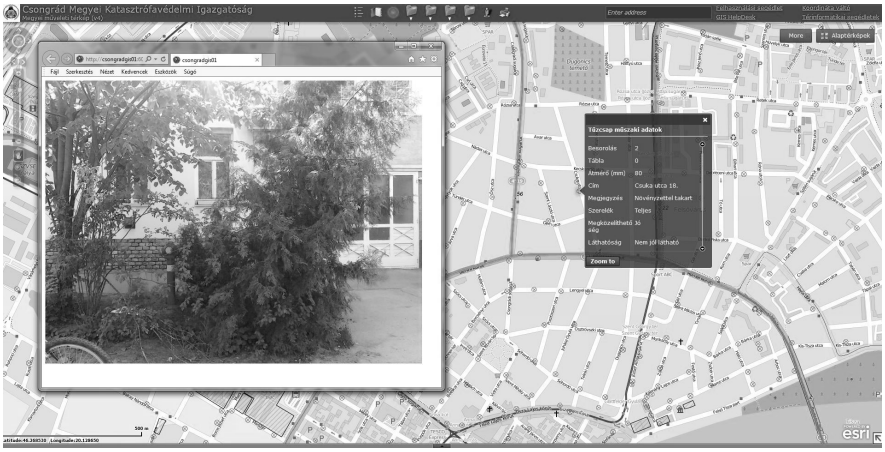
Három fő feladat volt a bejárás során:

1. Ha olyan tűzcsapot találtak, amely nem volt feltüntetve az adatállományban, akkor az felvételre került a szükséges adatokkal.
2. Ha a terepen beazonosított tűzcsap/objektum nem a megfelelő geometriai adatokkal rendelkezett, az a GPS által bemért pozíció alapján frissítésre került.
3. Ha a terepen beazonosított tűzcsap/objektum nem a megfelelő műszaki-leíró adatokkal rendelkezett, az a helyszínen tapasztalt adatok alapján frissítésre került.

A tájékozódás könnyítéséhez szükséges alaptérképet a Google Maps műholdképei szolgáltatták Egységes Országos Vetületi Rendszerbe transzformálva. Emellett a Mobil Atlas Creator szoftverrel előállított térképeket is felhasználtuk. A terepi felmérés TRIMBLE JUNO SB és TRIMBLE NOMAD terepi mérőeszközökkel történt, az eszközökön Digiterra Explorer és ArcPad 10.2 nevű szoftverek futottak. A Digiterra Explorer szoftvert az SZTE TFGT, az ArcPad 10.2-t a Csongrád MKI biztosította a diákok számára. A Digiterra Explorer teljesen kompatibilis a Csongrád MKI által használt ArcMap 10.2 szoftverekkel. Az eszköz terepi pontossága terepi körülményektől függően 5-10 méter között változik. Digitális adatfelvétel mellett, analóg adatfelvételt (adatlap kitöltés) is történt (*2. ábra*), amely az adatok visszakereshetőségét biztosította meghibásodás esetén.



2. ábra TRIMBLE adatok és az analóg adatfelvételi űrlap



3. ábra A térinformatikai adatbázis működés közben – az adott objektumra kattintva felugrik a műszaki adatokat és a fotót tartalmazó információs ablak

Az adatfelvétel során rögzítették a tűzcsapok pontos EOV koordinátáit, illetve a műszaki adatokat a típusról (földfeletti, földalatti), jelölőtábla meglétéről, átmérő nagyságáról, szerelék állapotáról, észrevehetőségről (láthatóság), megközelíthetőségről (tűzoltóautóval), továbbá feljegyzésre került a tűzcsapok pontos címe és fotó is készült (erről is van táblázat, ha kell).

A terepi adatfelvételt követően, az adatállományok összefésülését, feldolgozását és adatbázisba foglalását ArcGIS 10.2 szoftverrel végeztük el. A számítógépes feldolgozás során megjegyzésekkel láttuk el az egyes pontokat az adattábla egy külön mezőjében, hogy a terepi beazonosítást megkönnyítsük (pl. árok, növényzet rálóg, altalaj tűzcsap betemetve), valamint a fényképeket hozzárendeltük minden egyes ponthoz (*3. ábra*), mely szintén a tűzcsapok megtalálását segítheti azzal, hogy a tűzcsap környezete is látható a pontos koordináták ismerete mellett. A fényképeken a nehezen észrevehető tűzcsapok a könnyebb azonosíthatóság miatt megjelölésre kerültek.

A térinformatikai adatbázis használata, funkciói, elemzések

Az adatbázis ArcGIS Serveren keresztül publikálásra került, megkönnyítve a használatát a katasztrófavédelem dolgozói számára.

Az összeállított adatbázis több célt szolgál. A megyei műveletirányítás támogatása mellett térinformatikai elemzést végeztünk a pontosított adatállományon. Elvégeztük az ún. „fehér foltok” lehatárolást, azaz azon területek kijelölését a térképen, amelyek a nem felelnek meg a 28/2011. (IX.16.) BM rendelet 443.§ (2) bekezdésének, tehát 100 méteren belül nincsen

tűzcsap.

Az elemzés lényege, hogy a Google Earth georeferált műholdképeire illesztett állományon 3 különböző övezetet (buffer) képeztünk, 100-200-250 méter távolsággal. A műholdképes háttér alkalmazása a beépítettség megjelenítésben játszik fontos szerepet.

Az elemzés eredményeképpen a „tűzcsaphiányos" részek meghatározhatóvá váltak, viszont a 100 m-es övezeten belül is előfordulhat olyan terület, ahol valamilyen egyéb tényező akadályozza az oltást, hiszen ez a 100 m síkban értendő, nem számít térbeli/szintbeli akadályokkal. A 100 méteres övezet az ideális állapotot mutatja (*4. ábra*), a 200 és 250 méteres övezeteken kívül eső területekre kell fókuszálni, mert ez az a távolság, amelynél a tömlőszerelés már komoly technikai nehézséget okozhat (egy fecskendőn található tömlők száma 17 db, 20 méter x 17 = 340 méter, azonban ennél a távolságnál nincsenek figyelembe véve a terepviszonyok, illetve egyéb akadályok).

Ebben az évben további elemzéseket végzünk a „fehér foltokra" vonatkozóan. Kiegészítjük olyan adattartalommal, amelynek segítségével elérési időt is rendelünk a „foltokhoz". Ezen adattartalom ismeretében a beavatkozási helyszínen kint lévő egységek részére pontos információk adhatóak, hogy hol, illetve „futva" vagy gépjárművel mennyi időn belül érhetik el a legközelebbi működő tűzcsapot (előfordulhat, hogy a legközelebbi tűzcsap fotó alapján egyértelműen működésképtelennek azonosítható), ha a „fehér" zónában történik a tűzoltási esemény. A szerveren kipublikált alkalmazásban minden térinformatikai funkció elérhető, amely segíti a műveletirányítást. Ilyen például a tűzcsap cím szerinti keresése, műszaki adatok leolvasása, környezet azonosítása, fotó dokumentáció megnyitása stb.

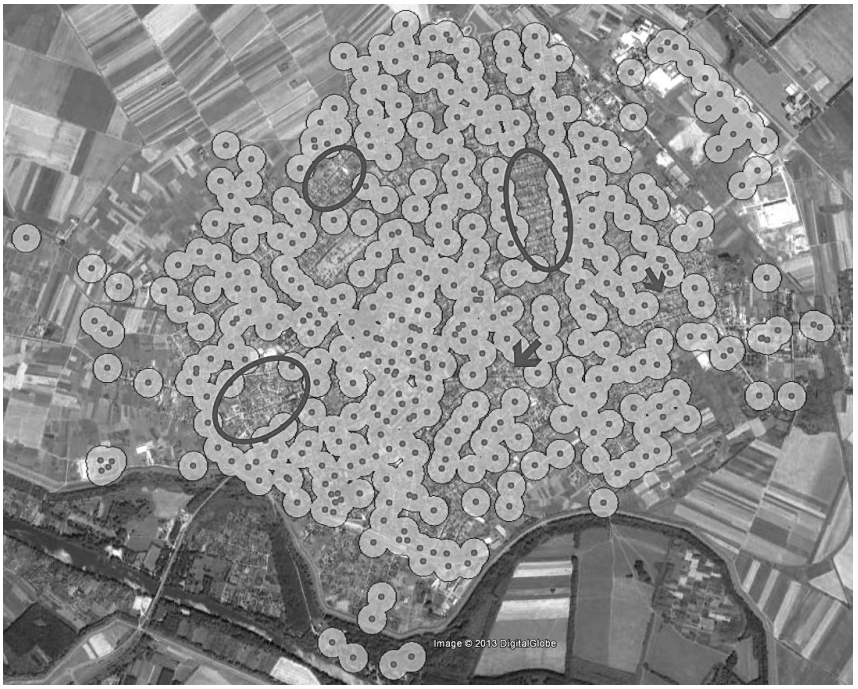
A „fehér folt" elemzés eredménye egyértelműen mutatja, hogy felmért települések között elenyésző azon település részletek száma, amelyek tűzcsap ellátottsága nem megfelelő. Ezeket a területeket az adatbázisban jelöljük, hogy a megyei műveletirányítók megalapozott döntést hozhassanak a riasztott szerek számát és fajtáját (vízszállító) illetően.

A felmérés volumenét jellemzi a felmért objektumok száma. 2013-ban 3201 pont mérés, 3159 fotó készült a megye 34 településén, míg 2014-ben 1000 pont visszamérése és ellenőrzése történt meg.

Az adatbázis használatának tapasztalatai

A lassan másfél éve működő adatbázis a tapasztalatok alapján képes azokat a hasznos funkciókat szolgáltatni, amelyeket a létrehozása előtt

célként tűztünk ki. Az adatok frissítésére a szolgáltatókkal jól működő információáramlás gondoskodik. Nagy előnye az adatbázisnak, hogy az érintett vízművek számára is szolgálhat referencia adatként, mivel az adatok szinkronizációja kölcsönös (a szolgáltatók is megkapták az alapadatbázist). A folyamatos aktualizálásról a vízművek adatszolgáltatása és az Igazgatóságra jelentkező, szakmai gyakorlatukat a Csongrád MKI-n teljesítő geoinformatikus hallgatók szorgalmas munkája is biztosítja.



4. ábra Makó település 100 méteres övezeteinek „fehér foltjai”

Felhasznált irodalom

László P.–Perge K.–Czikoráné Balázs, E. (2014): A megújult katasztrófavédelmi térinformatikai rendszer. In.: Balázs B. (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában V, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp.199-204.

Huszrár T. tű. ezrd.–Dr. Kitka G. tű. fhdgy.–Tobak Z.–Dr. Szatmári J.–Bound van L.–Dr. Kovács F.–Győri A.–Okner A.–Tóth J.–Zsom G.–Sűcs B.–Juhász L. (2013): Tűzcsapkataszter-felmérés Csongrád megyében. In.: Katasztrófavédelem. LV. évfolyam 10. szám. 2013. október Kiadó, Budapest pp. 5-6.

28/2011. (IX.16.) BM rendelet, Országos Tűzvédelmi Szabályzat 443.§ (2)

Szatmári J.–Kovács F.–B. van Leeuwen–Tobak Z.–Mezősi G–Mucsi L.– Juhász L.–Huszár T.–Kitka G. (2014): Távérzékelés a katasztrófavédelem szolgálatában. In: Márkus Béla (szerk.) Térinformatika 2014. 400 p. Székesfehérvár, pp. 375-390.

Vízmosások vizsgálata UAV eszközzel Kistés és Somogybabod példáján

Kohán Balázs[1] – Eisam-Eldeen Fatima[2] – Iván Veronika[3] – Horváth Erzsébet[4] – Mészáros János[5] – Sik András[6] – Jakab Gergely[7] – Szalai Zoltán[8]

[1] tanársegéd, ELTE TTK Táj- és Környezetföldrajzi Tanszék, kohan@caesar.elte.hu
[2] PhD hallgató, ELTE TTK Természetföldrajzi Tanszék, e.f.fati@gmail.com
[3] tanársegéd, ELTE TTK Természetföldrajzi Tanszék, iv.veron@gmail.com
[4] MSc hallgató, ELTE TTK Természetföldrajzi Tanszék, horvath.erzsebet91@gmail.com
[5] tanársegéd, ELTE IK Térképészeti és Geoinformatikai Tanszék, messer@map.elte.hu
[6] adjunktus, ELTE TTK Természetföldrajzi Tanszék, sikandras@gmail.com
[7] tudományos főmunkatárs, MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, jakab.gergely@csfk.mta.hu
[8] tudományos főmunkatárs, MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, szalaiz@mtafki.hu

Abstract: Gully analysis is always an important question from the aspect of soil erosion and natural hazards. We chose two relatively young gullies with obvious anthropogenic influence (both have missing vegetation either inside the watershed or directly on the surface) and analysed them using a DSM created by stereo-photogrammetry software. The base images were taken by a Phantom 2 UAV carrying a GoPro Hero 3+ Silver edition camera. We found out that the DSM created by this method is extremely useful regarding the volume and runoff analysis of these landforms and can produce better, previously unexpected results – like for example finding hidden infiltration points on the surface.

Bevezetés

A vízmosások és vízfolyások elemzése különös jelentőséggel bírhat mind geomorfológiai, mind kőzettani, mind pedig talajtani szempontból. Egyrészt közvetlen életveszélyt jelenthetnek, de jelenős mezőgazdasági kárt is okozhatnak. Ugyanakkor ha megismerjük a kialakulásukat működtető pontos vízrajzi folyamatokat, valamint kiterjedésüket és alakjukat és így akár geomorfológiai rekonstrukciót is végezhetünk (Viczián I. et al. 2013).

Számos geomorfológiai forma, így a vízmosások felmérése esetén is a hagyományos műszerek nem biztos, hogy jobb vagy gyorsabb eredményeket tudnak produkálni mint a modern, 3D pontfelhő létrehozásán alapuló módszerek. Ezek közül nagy felbontásuk és technikai precizitásuk miatt a legpontosabb eredményeket a terepi lézerszkenneres felmérések adhatják (Höfle, B. et al. 2013 és Rusty, A.F. el al. 2014). A módszer legnagyobb előnye, a részletgazdagság mellett komoly hátrányai is akadnak, amelyek miatt erre a célra mégsem bizonyulnak a legjobb választásnak. A viszonylag kis (néhány km-es) hatótáv és a rossz betekintési lehetőségek általában megakadályozzák a felszínforma vagy a tágabb környezet vizsgálatának lehetőségét, ami sok, adott esetben fontos információtól fosztva meg a kutatót.

A felszín alakjának vizsgálatára a legtöbbször sokkal alkalmasabbak a levegőből készült felmérések. Bár sokszor lehetséges egyszerű légifotókkal is a geomorfológiára következtetni, az igazán pontos mérésekhez 3D rekonstrukció szükséges. Erre a leghatékonyabb kétség kívül egy légi lézerszkenner lehet, azonban az költséges eljárás. Vele nagyságrendileg hasonló eredményeket produkálhat a lényegében a légi felvételezésen alapuló sztereo-fotogrammetria is.

A légifelvételek elkészítésére használt kamerát nem feltétlenül szükséges kisrepülőgépre szerelni, hiszen sokszor egy kis hatótávolságú, de költséghatékony UAV (Unmanned Aerial Vehicle – pilóta nélküli repülő) is megfelel a célra.

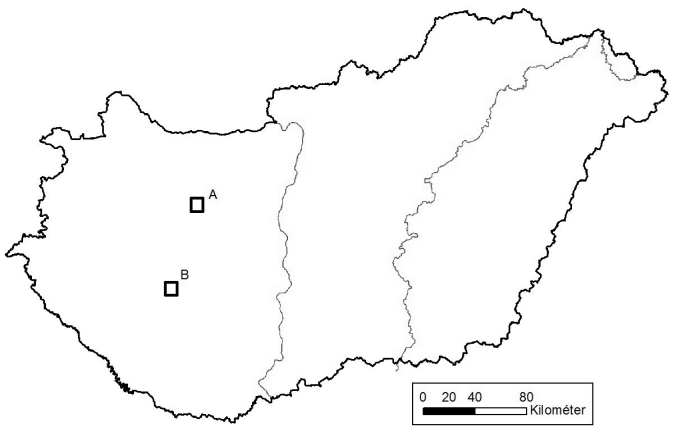
Jelen vizsgálatban egy Phantom 2-es UAV-t használtunk egy rá erősített GoPro Hero3+ Silver Edition kamerával, majd azok segítségével, sztereofotogrammetriai eljárással hoztunk létre a felszínmodelleket. Célunk két magyarországi település – Tés és Somogybabod – mellett található vízmosások 3D felmérése, valamint elemzése volt.

Mintaterületek

A vizsgálat során két eltérő talajtani és geomorfológiai adottságokkal rendelkező mintaterületet vizsgáltunk. Az „A" vízmosás a közigazgatásilag Téshez tartozó Kistésen található, míg a „B" a Somogyi-dombságban, Somogybabodon (*1. ábra*).

Kistés

Az első vízfolyás a Tési-fennsíkon található, ami mind morfológiailag,



1. ábra A vizsgált mintaterületek – A: Tés (Kistés), B: Somogybabod

mind kőzettanilag jól elkülönül az őt körülölelő tájegységektől. Alapvetően késő-triász kőzetek alkotják (jellemzően Fődolomit és Dachsteini Mészkő Formációk), így egy jól karsztosodó aljzat alakult ki. Ez főleg a Tési-fennsík déli részén bukkan a felszínre, nagyobb területen elsősorban lösszel fedett karsztfennsík alakult ki.

A vizsgált terület Téstől nyugatra, egy mezőgazdaságilag művelt parcellán található. Mivel a terület alapvetően mezőgazdasági jellegű, október-március között általában kopár (ez ott jártunkkor, januárban is így volt). Terepi vizsgálataink alapján a talajtípus a területre általában is jellemző barna erdőtalaj.

Somogybabod

Somogybabod Somogy megyéhez tartozó település. A megyeszékhelytől 40, Balatonlellétől 16 km-re található, a Kaposvárt Balatonnal összekötő 67-es főút mentén.

Természetföldrajzi megközelítésben Somogybabod területe a falut átszelő Tetves-patak vízgyűjtőjéhez tartozik. A vízgyűjtő területe a Külső-Somogy középtájhoz, ezen belül a Nyugat- Külső-Somogy kistájhoz, szűkebben a Balaton déli részvízgyűjtőjéhez tartozik.

A terület éghajlata mérsékelten meleg-mérsékelten nedves. Az évi középhőmérséklet 10,2 °C. Az évi átlagos csapadékösszeg 650 mm körüli (Marosi S. és Somogyi S. 1990). A talajeróziót figyelembe véve a tavasz, valamint nyár végi heves zivatarok és felhőszakadások meghatározóak (Jakab G. 2008).

A múlt században a térséget nagy kiterjedésű erdőségek borították, melyeknek jelentős részét napjainkra kiirtották. Helyükre túlnyomó többségben akácosokat és erdei fenyveseket telepítettek (Jakab G. 2008).

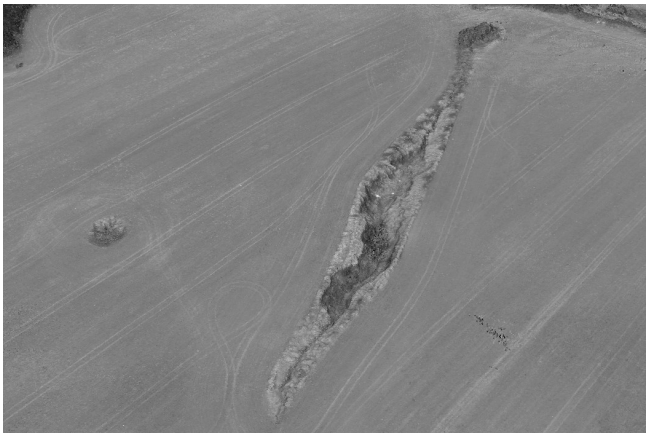
A térség legfőbb talajképző kőzetei szinte mindenütt laza üledékek, folyóvízi homok, lösz, löszös homok, homokos lösz. Ebből adódóan a löszös üledékeken kialakult különböző erdőtalajok a legmeghatározóbbak (Marosi S. és Somogyi S. 1990). Továbbá a térség talajföldrajzi képét nemcsak a barna erdőtalajok, hanem a réti talajok is jellemzik.

A vízmosások vizsgálata

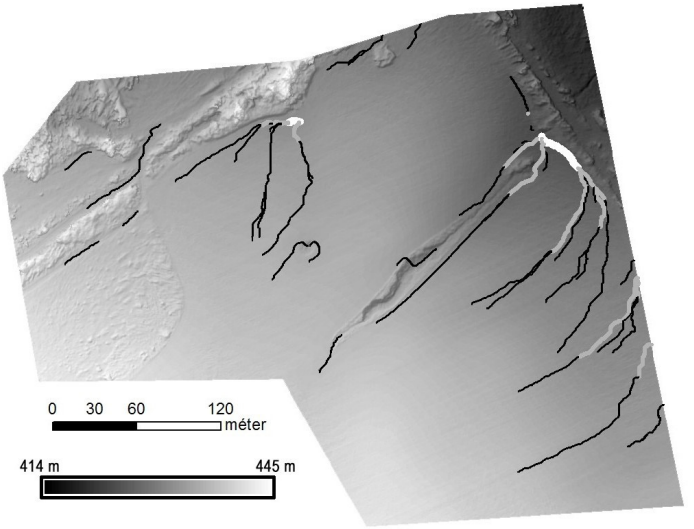
A kistési vízmosás (*2. ábra*) kialakulásának földtani oka korábbi kutatásokra támaszkodva egészen jól leírható (Kiss K. et al. 2007). A terület lösszel fedett karszt, ezért a felszín alatti vizek több beszivárgási ponttal

szövevényes hálózatot alkothatnak, alámosva a területet.

Ezt az elméletet támasztja alá a területről készített, az UAV adatait felhasználó elméleti lefolyástérkép, amin jól látszanak a területen található további beszivárgási pontok, azaz víznyelők is (*3. ábra*). Ez, illetve az év egy részében a vegetáció hiányából fakadó eróziós potenciál-növekedés (hiszen kopár mezőgazdasági területen jött létre) együttesen jó alap egy vízmosás kialakulására. Ami azonban igazán különlegessé teszi ezt a vízmosást az a kialakulás üteme. 2003-ban az űrfelvételek tanúsága szerint még nem volt jelen és jelenlegi méretét – a helyiek elmondása alapján – mindössze 1-2 év alatt érte el. A kialakulás oka tehát elsősorban a növényzet közvetlen hiányában, valamint a terület geológiai adottságaiban keresendő.



2. ábra A kistési vízmosás 3D perspektivikus ábrája



3. ábra A kistési vízmosás környezetére számolt elméleti lefolyástérkép

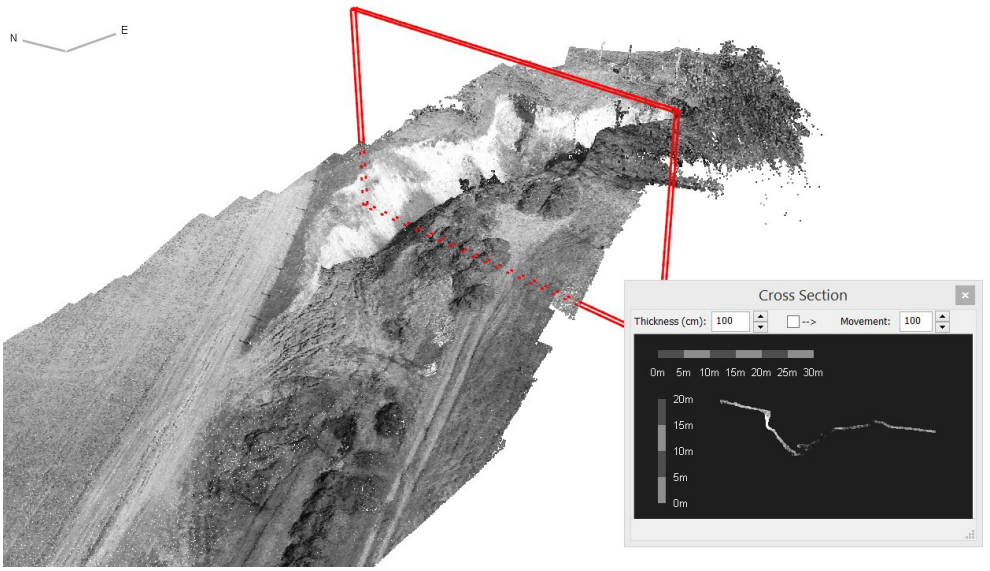
A somogybabodi vízmosás (*4-5. ábra*) esetében napjaink egyik legfontosabb felszínformáló tényezője, az antropogén hatás szintén megfigyelhető, elsősorban természetes növényzet kiirtásában testesül meg. Bár a somogybabodi eróziós vízmosásokat több tényező együttes hatása hozta létre, mégis a növényzet eltűnéséből fakadó eróziós potenciál-növekedés emelendő ki annak ellenére, hogy maga a vízmosás erdős területen van – a vízgyűjtő ugyanis viszonylag nagy, kopár területet fed le.

A hozzá tartozó területeken még a második katonai felmérés térképein is jelentős volt az erdőborítottság, aminek jelentős részét napjainkra kivágták, így heves esőzés idején a meredek lejtésű domboldalon – mivel nincsen növénytakaró, ami felfogná ezt a nagy mennyiségű vizet – az eróziós potenciál megnő. Szintén fontos tényező a mezőgazdasági talajjavító, elsősorban vízelvezető munkák hiánya. A parcellák tömbösítése miatt létrejött nagy, egységes művelésű területek, az év egy részében önmagukban is kopárak (tehát kedvező táptalajt nyújtanak a vízmosások keletkezésének), de a földek privatizációja során megszüntetett (vagy rosszul karbantartott) a vízelvezető csatornák és árokrendszerek is hozzásegítették a kialakulásukhoz.

A létrejöttük oka tehát a másik vízmosással ellentétben főként a vízgyűjtő terület növényzetének megritkításában keresendő. Az így létrejött felszínformát később már csuszamlásos folyamatok is alakították, illetve alakítják napjainkban is.



4. ábra Erdőben kialakult vízmosás Somogybabod területén



5. ábra A somogybabodi vízmosás perspektivikus ábrája és 1 m széles keresztmetszete

Összességében elmondhatjuk, hogy mindkét vizsgált vízmosás tipikus példája az antropogén környezetalakítás következményeképp zajló megváltozott felszínalakulásnak. Ám míg Somogybabod esetén „csupán" a vízgyűjtő növényzete változott meg, addig Kistésen az egész területen alapvetően átalakultak az eróziós viszonyok.

Adatfeldolgozás

A felvételeket többképes sztereofotogrammetriai szoftverekkel dolgoztuk fel. Speciális probléma a kettő és három dimenziós alakzatok egymásra vetítésének problémája, amit bizonyos esetekben lehetetlen megoldani. A légifényképezés területén a valós, háromdimenziós tárgyakról kétdimenziós felvételek készülnek, amelyből egyenesen következik, hogy egy felvételből nem tudjuk a fényképezett tárgy alakját visszaállítani. Ennek a problémának a feloldására több különböző eljárás is született a fotogrammetria területén: ortofotoszkópia, sík- és sztereo fotogrammetria. Ez utóbbi egészen egyedi módon, a természetes térlátást utánozva oldja fel a problémát, azaz egymást sorozatban követő, átfedő, különböző álláspontokból készült felvételek segítségével állítja vissza és teszi mérhetővé a tárgy harmadik dimenzió szerinti méreteit (Kraus K. 2008).

Hasonló módszernek tekinthetjük a 2000-es évek közepétől megjelenő,

SfM (Structure-from-Motion) algoritmusokat, melyek már korábban is megjelentek a robotika területén vagy az automatikus alakfelismerő algoritmusok területén (Koutsoudis, A. et al. 2013). A módszer lényege az egymással átfedő, különböző álláspontból készült felvételek feldolgozása, pontosabban a közöttük lévő parallaxisok alapján a fényképezett tárgy alakjának meghatározása. Ugyanazon tárgyat felépítő pont több képen (legalább három-négy) is kell szerepeljen, hogy felismerhető legyen. Az adott képeken intenzitása és textúrája alapján felismert pixelhez minden képen hozzárendelünk egy, az adott kép koordinátarendszerében meghatározott x,y koordinátapárost, illetve a képhez tartozó fókusztávolságot. Az így megadott paraméterek segítségével, több képre alkalmazva, kiszámíthatóak az adott pont háromdimenziós koordinátarendszer szerinti koordinátái.

A kistési felszínmodellt 620, a somogybabodit 287, egyenként 10 megapixeles, halszemoptikás felvétel alapján készítettük mindkét esetben átlagosan 50 m-es repülési magasság mellett.

Az első terület georeferálását EOV térképek, illetve légifotók alapján beazonosítható tereptárgyak segítségével végeztük (összesen 5 pont segítségével), a másodiknál azonban rendelkezésünkre állt egy ~1 cm pontosságú RTK GPS.

Következtetések

Következtetésképp elmondhatjuk, hogy vízmosások vizsgálatára a sztereo-fotogrammetriai eljárással készült felszínmodellek kiválóan alkalmasak. Az elméleti lefolyástérképek jól megmutatják a terület lejtésviszonyait és felfedik a koncentrál beszivárgási pontok helyét, az elkészült 3D modell segítségével pedig akár térfogatbecslést is lehet rajtuk végezni egy esetleges rekultiváció elősegítése érdekében.

Felhasznált irodalom

Höfle, B.–Griesbaum, L.–Forbriger, M. (2013): GIS-Based Detection of Gullies in Terrestrial LiDAR Data of the Cerro L.lamoca Peatland (Peru), Remote Sensing, vol. 5., doi: 10.3390/rs5115851

Jakab G. (2008): Természeti tényezők hatása a talajpusztulás vonalas formáinak kialakulására, Doktori értekezés, ELTE 2008 http://teo.elte.hu/minosites/ertekezes2009/jakab_g_i.pdf

Kiss K.–Zámbó L.–Fehér K.–Móga J. (2007): A lösztakaró karsztosotásban játszott szerepének vizsgálata a Tési-fennsíkon, Karsztfejlődés XII., Szom bathely 2007, pp. 193-205.

Koutsoudis, A.–Vidmar, B.–Ioannakis, G.–Arnaoutoglu, F.–Pavlidis, G.–Chamzas, C. (2013): Multi-image 3D reconstruction data evaluation, Journal of Cultural Heritage, http://dx.doi.org/10.1016/j.culher.2012.12.003

Kraus K. (1998): Fotogrammetria, Tertia Kiadó, Budapest

Marosi S.–Somogyi S. (1990): Magyarország kistájainak katasztere II., MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, pp. 513-517.

Rusty, A.F.–Williams, A.M.–Popescu, S.–Stukey, J.–Washington-Allen R.A. (2014): The Use of Terrestrial Laser Scanning (TLS) in Dune Ecosystems: The Lessons Learned, Journal of Coastal Research, vol. 30., pp. 111-119.

Viczián, I.–Nagy, B.–Deák, M.–Szeberényi, J.–Rupnik, L. (2013): Environmental Reconstruction of the Area Of Roman Brigetio (Komárom, Hungary), Studia Geomorphologica Carpatho Balcanica, vol. 47, pp. 95-105.

Térinformatika az erdőtűzvédelem szolgálatában

Kovács Ferenc[1] – Kitka Gergely[2] – Huszár Tibor[3]

[1] egyetemi adjunktus, Szegedi Tudományegyetem TTIK, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, kovacsf@geo.u-szeged.hu
[2] Kitka Gergely tűzoltó főhadnagy. Csongrád Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, Gergely.Dr.Kitka@katved.gov.hu
[3] tűzoltó ezredes Csongrád Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, csongrad.titkarsag@katved.gov.hu

Abstract: Only the qualified databases can help to realize the role of disaster recovery practice. In the case of forest fire we need some necessary informations in effective management, but in these days only a part of them are at service as a GIS data. One of the main problem in the fire service is the orientation. We have had to require remote sensing data and their interpretation to the actual, large scale mapping for quite big area, thats are roads, water patches, orientation points. We have controled so interpretated polygons and lines with the field study measurements. Although the database is under construction, it is already good to some GIS analyses for operative work (network analyst).

Bevezetés

A megelőzés, a felkészülés és tervezés, a beavatkozás és veszélyelhárítás, mint a legfontosabb katasztrófavédelemhez kötődő tevékenységek kiszolgálása egy térinformatikai rendszerrel jelentősen előmozdítható, amelyet országos és helyi szinten is felismertek (László P. et al. 2014, Sik A. et al. 2014, Szatmári J. et al. 2014). A megelőzés fontos része a lakosság tájékoztatása; a felkészülés során a legveszélyeztetettebb területek védelmére kell intézkedéseket tenni; az esetlegesen bekövetkező katasztrófa esetén a mentés megszervezése szükséges; az átmeneti működés időszakára és az eredeti állapot helyreállításához pedig terveket kell készíteni.

A veszélyhelyzetek kezelésében részt vevők számára a megelőzés, a felkészülés, tervezés során a gyakorlatban alkalmazható térképeket, térinformatikai megoldásokat kell biztosítani. A katasztrófahelyzetekben a döntéshozók ezek alapján határoznak az emberélet, vagy az anyagi javak mentéséről.

A jól meghatározott katasztrófavédelmi feladatok ellátását a gyakorlatban megfelelő minőségű adatbázisok segítségével lehet végrehajtani. Ezek egyes területen nem állnak rendelkezésre, vagy nem teljesítik megfelelően a geometriai és tartalmi pontosság, az aktualitás, a teljesség követelményeit.

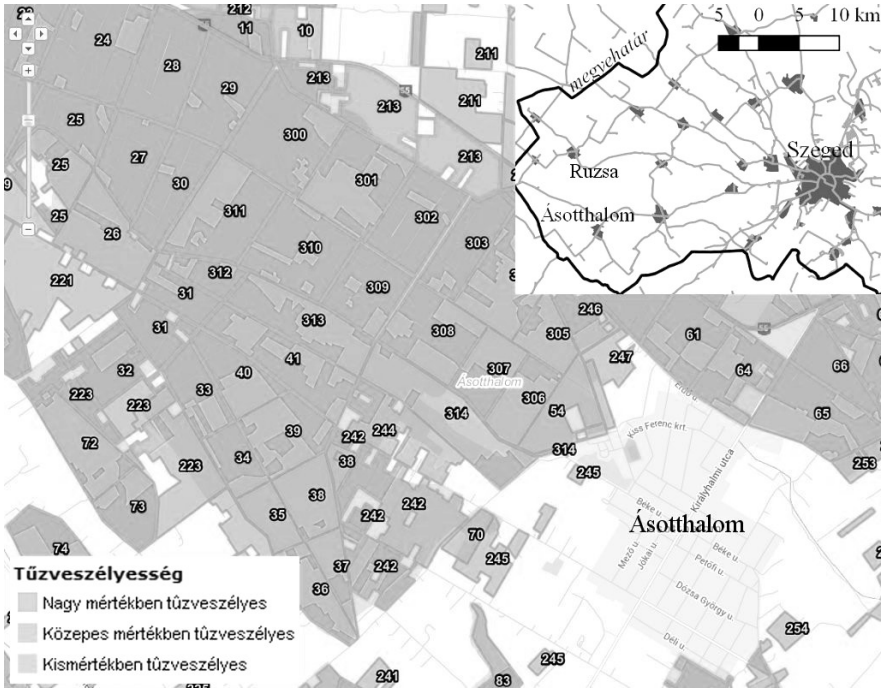
Az erdőtüzek kezelésekor, oltásakor az egyik kardinális kérdés a

tájékozódás. Az égési folyamat alá eső területek nagyságát, a tűz terjedési sebességét a pillanatnyi meteorológia és környezeti paraméterek nagyban befolyásolják. Ilyen esetek kezelésében az érintett területen történő gyors és pontos tájékozódás, illetve a terepen mozgó egységek irányítása, a számukra megfelelő információ közvetítése létfontosságú.

A Csongrád Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság (CsMKI) a Szegedi Tudományegyetem Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszékével (SZTE TFGT) közösen egy térinformatikai adatbázis kialakítását tűzte ki célul, amely nagy részletessége és aktualitása révén operatív jelleggel képes támogatni az oltás során terepen mozgó egységeket. Az adatbázis kialakítását támogatja a terület erdőgazdálkodását irányító DALERD Zrt. is.

Erdőtűzvédelem Csongrád megye területén

Az erdők, cserjések több, mint 37.000 ha-os kiterjedésének köszönhetően a megye mintegy 8,7%-a jellemzően erdős terület (CORINE Land Cover 2012 alapján). Az erdőtűz eseteknél főszereplő erdei és a fekete fenyő állományok nagy területeket foglalnak el.



1. ábra Erdőtagokra vonatkozó erdőtűz veszélyeztetettségi térkép Ásotthalom környékén (Erdészeti Igazgatóság alapján - http://erdoterkep.nebih.gov.hu/)

A CsMKI működési területének erdőtűzvédelmi szempontból kiemelt területei Ásotthalom, Ruzsa és Öttömös környéke (*1. ábra*). Az elmúlt két évben nagyobb teret kapott a térinformatikai háttértámogatás az erdős helyszínen történő tájékozódás és szituációkezelés terén.

Erdőtűz esemény kezelésekor bizonyos információk feltétlenül szükségesek, de jelenleg ezeknek egy részére áll rendelkezésre térinformatikai adat, amelyeket több forrásból szerzünk be (*1. táblázat*). Az Erdészeti Főigazgatóság kezelésében és működtetésében lévő WMS-ben sok a nyílt internetes oldalról is biztosított információ. Ezek egy része a tűzesetek kezelése során nem ad releváns információt. A szolgáltatás használható a Katasztrófavédelemben előírt ArcGIS vagy a nyílt QGIS szoftvereken. A WMS szolgáltatás egyes rétegeit meg tudjuk jeleníteni a desktopban és hozzá tudjuk adni az általunk szerkesztett rétegeket, teljesebb információ-tartalommal.

1.táblázat Erdőtűz kezelésekor rendelkezésre álló adatok

Név	Forrás
Erdőtagok	NÉBIH Erdészeti Főigazgatóság
Talajutak	DSM 10 (OKF)
Fafajok	NÉBIH Erdészeti Főigazgatóság
Tanyák	DSM 10 (OKF)

A térinformatikai adatbázis kialakítása során meghatározott adatok egy része más szervezet kezelésében van, másik része saját terepi felmérésen alapul, illetve a meglévő adatokon elvégzett elemzés eredményeit mutatja (*2. táblázat*). A saját felmérések nélkülözhetetlenek olyan esetekben, amikor a témát illetően nem rendelkezünk teljes, aktuális, nagy méretarányú adatokkal; a földutak, a víznyerő helyek mindenképpen ide sorolandó. A tájékozódási pontokra a saját szempontjaink szerint van igényünk, így ezt nekünk kellett létrehozni. Az adatbázisokhoz való kapcsolódás miatt is az Egységes Országos Vetületi Rendszerben (EOV) dolgoztunk. Az adatbázis sokféle, olyan elemzést is lehetővé tesz, amelyek egy tűzesemény aktuálisan változó folyamataira utalnak (pl. égő erdő leggyorsabb elérhetősége). Ezek az adatbázisban nem feltétlenül szerepelnek, de bármikor elkészíthetők.

Fő szempont, hogy a gépjárműkövetést a térinformatikai adatbázisban meg tudjuk jeleníteni, és így pontos tájékoztatást tudjunk adni a terepen mozgó egységeknek, pl.: rádiókapcsolattal az útirány megjelölése az útviszonyok ismeretében, a terepen egyértelműen beazonosítható tájékozódási pontok megadásával (tanya, torony, magasles, stb. lehetőleg fényképekkel).

2. táblázat Az adatbázis adattartalma és azok forrásai (nagy méretarányban)

Név	Forrás	Geometria
Erdőtagok	Erdészeti Igazgatóság	Pont (Poligon súlyponti koordináta)
Erdőrészletek	Erdészeti Igazgatóság	Poligon
Talajutak 1	DSM 10 (OKF)	Vonal
Talajutak 2	OSM (Openstreetmap)	Vonal
Talajutak 3	Saját felmérés	Vonal (fotó csatolmány)
Irtások	Saját felmérés	Vonal
Tanyák	DSM 10 (OKF)	Pont (fotó csatolmány)
Tájékozódási pontok	Saját felmérés	Pont (fotó csatolmány)
Víznyerő helyek	Saját felmérés	Pont (fotó csatolmány)
Kereső háló	Saját felmérés	Poligon
Víznyerő helyek körzetei	Saját elemzés	Poligon
Kritikus pontok leggyorsabb elérhetősége	Saját elemzés	Vonal

Az ásotthalmi erdészet több, mint 10000 ha-os mintaterületén kialakítandó adatbázis attribútumait minden egyes rétegünkre a bevetésirányítás szempontjai szerint adtuk meg. Külön leírások alapján térképeztük az utak-at (elsősorban a talajutakat), az írtások/nyiladékok-at, a tájékozódási pontok-at, a víznyerő helyek-et (*3. táblázat*). Fő szempontot a területek tűzoltóautóval való használhatósága, bejárhatósága, elérhetősége jelentette.

A felmérés két lépésben történt. Nagy területre vonatkozóan szerettünk volna elsődleges, aktuális és nagy méretarányú térképezést folytatni, így mindenképpen szükségünk volt távérzékelt adatokra. A feladat megoldására alkalmas, nagyon nagy felbontású műholdképek (pl. GeoEye) szabadon elérhetők a GoogleEarth-ön, így első lépésként innen kellett leválogatnunk majd EOV-be transzformálnunk felvételeket. A QGIS 2.6.0 szoftverben digitalizálva, vizuális interpretációval berajzoltuk valamennyi rétegre vonatkozóan az összes potenciális objektumot. A képi adatok értelmezését a több időpontra is rendelkezésre álló felvételek (4-5 db felvétel érhető el 2011 április és 2014 szeptember között), valamint az 1980-as évek közepén készített 1:10000-es topográfiai térképek is segítették. A műutakról nyíló talajutakat a Google StreetView fényképadatbázisából is beazonosítottuk. A nem megbízható, időszakosan megjelenő utakat és víznyerő helyeket több adat segítségével próbáltuk kiszűrni. A vészhelyzet esetén szivattyúzható, de elszórtan elhelyezkedő, esetleg zárt területen előforduló, aktuális vízkivételi helyeket ezzel a módszerrel lehet a legjobban azonosítani. A hatékony

tájékozódás, illetve az elemzés érdekében digitalizálásra az erdőfoltok tág környezetében, vagyis a teljes közigazgatási területen szükség van.

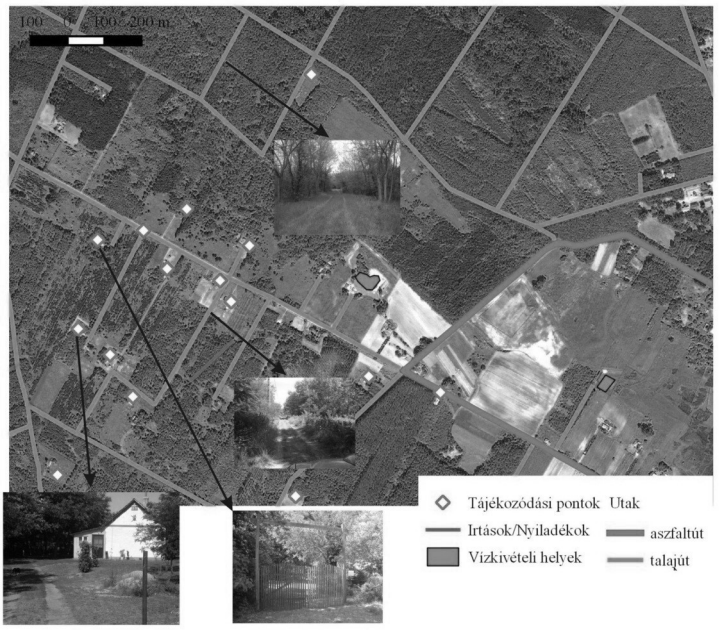
Az interpretáció bizonytalanságai miatt az adatokat a térképezés következő lépéseként terepi mérésekkel ellenőriztük, egészítettük ki. Minden, az előzetes interpretáció során felmért és a terepen felismert, új elemet meg kellett nézni, be kellett járni. A leíró adattartalom megadásával a munka

3. táblázat Magyarázó az „Utak" réteg attribútumtáblájához

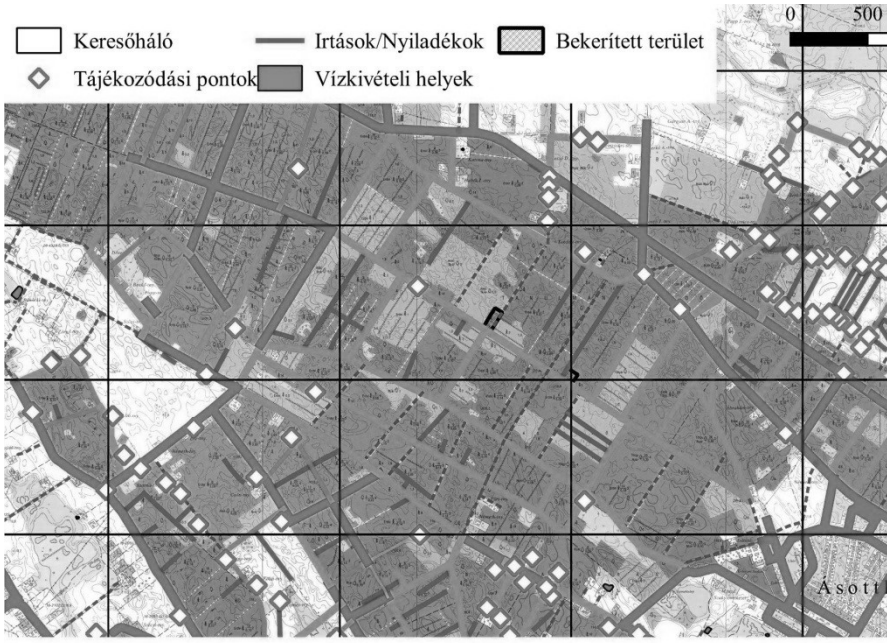
Név	Típus	Attribútum	Típus	Kiterjedés	
Utak	vonal	Széles	Szám	10	Mérni m-es pontossággal
		Széles_kat	Szöveg	20	-szűk: 0-2m -közepes: 3-4m -széles: 5-6m -nagyon széles: 7 m fölött
		Minőség	Szöveg	20	-Aszfaltút -Talajút
		Állapot	Szöveg	50	-Nagyon jó állapotú (jól járható, szilárd talaj, ritka növényzet) -Jó állapotú (közepesen járható a homokos talaj, csekély felszíni és belógó növényzet miatt) -Rossz állapotú (nehezen járható a mély homokos talaj, sok felszíni és belógó növényzet miatt) -Elhanyagolt, növényzettel benőtt (csak gyalog jó)
		Állapot kód	Szöveg	10	3: nagyon jó állapotú 2: jó állapotú 1: rossz állapotú 0: elhanyagolt
		Műszaki kialakítás	Szöveg	50	-nyílt terület -zárt terület
		Megjegyzés	Szöveg	50	pl.: -távvezeték, sorompó, stb.
		Erdőtag	Szöveg	50	-erdészeti adatbázisból
		Erdőrészlet	Szöveg	50	-erdészeti adatbázisból
		Fotó	Szöveg	50	fényképfelvétel száma

ezen szakaszában döntjük el, hogy a védekezési munkálatok során a tűzoltók hogyan tudnak mozogni a számukra ismeretlen terepen. A munka nagyságát jelzi, hogy körülbelül 5 napos terepi munkával az ásotthalmi mintaterület 2/3-át mértük fel. A rétegekhez tartozó koordinátákat 2-3 m-es pontossággal, Trimble Juno SB kézi GPS mérésekkel és ArcPad 10-es verzióval rögzítettük. A pontok mellé az irányítást segítő fényképeket is készítettünk. A közvetlen megfigyelések után az alapállomány több területen is az 1/3-ára csökkent; főleg az utak használhatóságát, nyiladékok létezését illetően (*2. ábra*). A víznyerő helyek-et a pontszerű kutakkal, takarásban lévő vízfelszínekkel egészítettük ki; a felhasználható vízmennyiséget kb. 1m-es átlagmélység megadásával becsültük. A tájékozódási pontok új rétegként a terepbejárás során lett felmérve, mivel ezt nem lehet a képekről interpretálni. A keresőháló réteg diszkrét koordináta rendszerként működik; az 1:10.000 méretarányú EOTR szelvényhálót sűrítettük be 1,5*1 km2-es hálóba. Számozása igazodik az EOTR-hez, továbbrészletezi azt.

A kész adatbázist két témával tudjuk bővíteni (*3. ábra*). A vízkivételt illetően még nem tudunk számolni a területen előforduló tűzi-víz tározókkal, tűzcsapokkal, mert koordinátáik és állapotuk felvételezése folyamatban van. A népességi adatok (épületek a hozzá tartozó lakosok számával) ismerete a mentési/védekezési munkálatok fontossági sorrendjét határozhatja meg.



2. ábra A képi interpretáció adatai a terepi ellenőrzés után (háttér: GeoEye műholdkép 2014.09.06., Google Earth)



3. ábra Erdőtűzvédelmi adatbázis (részlet) – kiemelve az utak állapota (háttér: topográfiai térkép)

Az adatbázis ArcGis Server környezetben kerül kipublikálásra a CsMKI intranetre, így elérhetővé válik a Megyei Főügyeleti Osztály részére. Az adatok, GPX formátumban exportálhatóak a Tűzoltó Parancsnokságok kezelésében lévő GARMIN GPS-ekre. Gyorsan előállítható PDF formátumú térkép az éppen aktuális helyzetről.

Térinformatikai elemzések és gyakorlati tapasztalatok

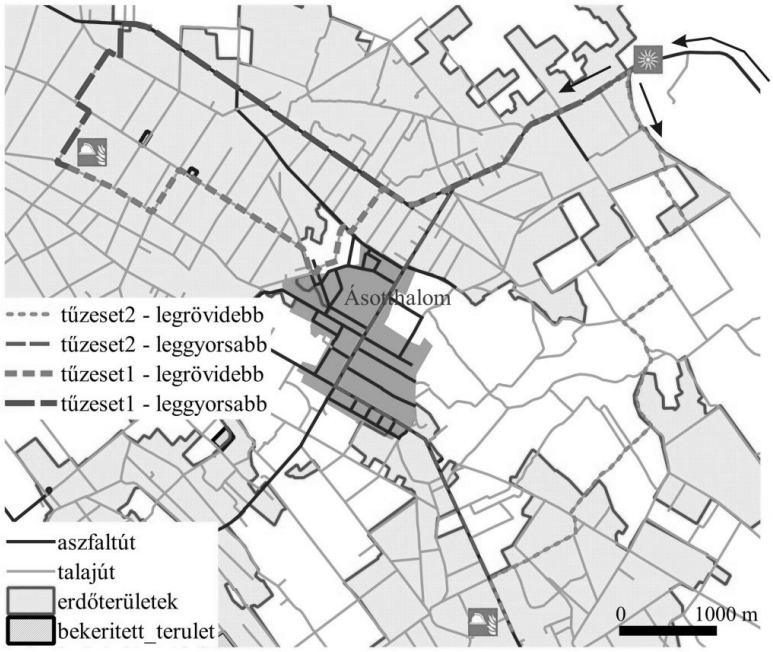
Az eddig lefolytatott helyszíni katasztrófavédelmi gyakorlatok egyik célja az adatok használhatóságának megismerése volt. A feladatok során minden terepen mozgó egység rádión keresztül kapott utasítások alapján keresett fel koordinátákkal megadott célhelyszíneket. A kihelyezett operatív törzs a rádióforgalmazás alapján aktualizálja a gyalogosan mozgó egységek pozícióját. Rádión kér visszaigazolást az adatbázisban található objektumok meglétéről, erdőtag azonosítást kér, stb.

A fejlesztés alatt álló adatbázis már most is alkalmas az operatív munkát segítő térinformatikai műveletekre. Az ismert úthálózatra, fontos objektumokra vonatkozó hálózatelemzés esetén az útvonaltervezés elsősorban a tűzesetek kritikus pontjainak ismeretében használható ki (*4. ábra*), míg a megelőzést szolgáló tervezéshez a különböző objektumok elérhetőségét

megadó körzetesítés segít. A vízkivételi helyek úthálózat alapú elérhetőségi elemzése is ezt a célt szolgálja; sokkal pontosabban, mint a buffer zóna.

Jelenleg a rendszer még a tesztfázisban van, mivel eddig kb. 1/3-át sikerült a megye kiemelt erdőterületeinek felmérni. A tervek szerint a közösen végzett munka még további 3-4 évet vesz igénybe. Az aktualizálási feladatok ettől függetlenül folyamatosak.

Adatbázisunk jó alap a megelőzést szolgáló, erdei utak, víznyerő helyek, tűzvédelmi pászták kijelöléséért felelős erdőtűzvédelmi tervezéshez.



3. ábra Erdőtűzvédelmi adatbázis (részlet) – kiemelve az utak állapota (háttér: topográfiai térkép)

Felhasznált irodalom

László P.–Perge K.–Czikoráné Balázs E. (2014): A megújult katasztrófavédelmi térinformatikai rendszer. In.: Balázs B. (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában V, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp.199-204.

Sik A–Perge K.–László P.–Czikoráné Balázs E. (2014): Kockázati térképezés a SEERISK projektben. In.: Balázs B. (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában V, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp.317-324.

Szatmári J.–Kovács, F.–van Leeuwen, B.–Tobak Z.–Mezősi G.–Mucsi L.–Juhász L.–Huszár T.–Kitka, G. (2014): Távérzékelés a katasztrófavédelem szolgálatában Csongrád megyében. In.: Márkus, B. (szerk.) Térinformatika 2014. Óbudai Egyetem, Alba Regia Műszaki Kar, Geoinformatikai Intézet, Székesfehérvár, pp.375-388.

Talajtulajdonságok becslése a LUCAS talajadatbázis spektrumkönyvtárával

Kovács Zoltán[1] – Szabó Szilárd[2]

[1] PhD hallgató, Debreceni Egyetem, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, kovacszoli88.geo@gmail.com;
[2] egyetemi docens, Debreceni Egyetem, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szabo.szilard@science.unideb.hu

Abstract: Hyperspectral Data Analyst (HypDA) MS Excel add-in was developed by the Department of Physical Geography and Geoinformation Systems, University of Debrecen for analysing hyperspectral data. Freely available LUCAS soil database was used to compare hyperspectral indices and PCA scores as independent variable for (multiple) regression models. Generally, the spectral indices give better results, than PCA scores, if eigenvalues are limited to above 1.

Bevezetés

Az utóbbi évtizedek a távérzékelés egyik leggyorsabban fejlődő területe a hiperspektrális képalkotás volt. Az eszközök méretének csökkenésével a tudományos élet legkülönfélébb területein jelent meg az adatok felhasználása a vegetációk nagyléptékű vizsgálatától a vegyi elemzésekig (Szalai et al. 2013). A nagy részletességgel felvett spektrum nagy mennyiségű, nehezen kezelhető adattömeget eredményez. A nagy számú csatorna statisztikai feldolgozását gyakran a változók számának csökkentésével, például főkomponens analízissel próbálják elősegíteni (Csillag et al. 1993). Azonban az eljárás megköveteli, hogy a minták száma 5-10-szerese legyen a változók számának. Erre azonban gyakran nincs lehetőség az anyagvizsgálat költségei miatt. A másik megközelítés az, amikor egyes kiválasztott hullámhossz-tartományokat, vagy ezekből számolt képletekkel spektrális indexeket alkalmazunk. Ezek közül az NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) a legismertebb, de számos létezik a legkülönfélébb alkalmazási területeken.

E munka keretében célunk az volt hogy a szabadon hozzáférhető LUCAS talajadatbázis spektrumkönyvtárát felhasználva, mennyire tudunk jó becslést adni az egyes vizsgált talajtulajdonságokra főkomponens analízissel, valamint spektrális indexek használatával.

A LUCAS talajadatbázis

Az utóbbi évtizedekben a globalizáció egyik melléktermékeként megnőtt az igény a nemzetközileg, regionálisan egységesített tudományos

adatbázisok létrehozása iránt, amely nagyban elősegítheti az egyes nemzetközi és nemzeti szervezetek valamint kormányok döntéshozatalait. Nincs ez másképp a talajadatok esetében sem, ahol a legtöbb országnak már hosszú évtizedek óta használt és jól bevált talajosztályozó és -leíró módszerei nehezen összeegyeztethetők egymással. Európai Uniós szinten egységes talajadatbázis létrehozását emiatt kétféleképpen lehet megközelíteni: (1) a meglévő adatokból próbáljuk meg egy uniós szinten elfogadott rendszerbe valahogyan beilleszteni, vagy (2) új adatokat kell gyűjteni, amelyeket egységes szempontok szerint kell elemezni, kiértékelni. Ez utóbbira remek példa a LUCAS (Land Use/Cover Area frame statistical Survey) talajadatbázis, amely 25 EU-s tagországból mintegy 20 000 feltalajt vizsgáltak meg. Az egységes mintavétellel és laborvizsgálatokkal kapott eredmények egy egyszerű regisztráció után szabadon letölthetőek a projekt honlapján keresztül (Tóth et al. 2013).

A vizsgálatunk szempontjából az adatbázis legnagyobb erénye a talajmintákhoz felvett nagy felbontású spektrum. Minden egyes talajmintához 4200 csatorna intenzitásértékét rögzítettek a 400 nm – 2400 nm közötti hullámhossz-tartományban. Az adatbázisban a szemcseméreti frakciók arányai, szervesanyagtartalom, pH, mésztartalom, N-, P-, és K-koncentrációk valamint a kicserélhető kationok mennyisége mellett számos leíró adat is található.

Hyperspectral Data Analyst

A hiperspektrális adatok kiértékeléséhez a Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszékén egy Hyperspectral Data Analyst (HypDA) nevű MS Excel bővítmény lett fejlesztve (Kovács Z. – Szabó Sz. 2013). Az MS Excel könnyű kezelhetősége, beépített funkcionális sokszínűségének köszönhetően a legelterjedtebb táblázatkezelő alkalmazás. Számtalan Visual Basic for Application (VBA) programnyelven megírt bővítmény szabadon hozzáférhető az interneten, amely az adatok statisztikai feldolgozására alkalmas. A HypDA bővítményt specifikusan a hiperspektrális adatok előkészítésére, feldolgozására, kiértékelésére fejlesztettük, mely a beépített funkciók mellett természetesen rendelkezik az MS Excel környezet rugalmasságával is.

A HypDA-val két problémakörre kereshető a válasz: (1) mely hullámhossz-tartományokon különíthető el két vagy több előre definiált csoport egymástól, valamint (2) mely hullámhossz-tartományok mutatnak szoros kapcsolatot egy kiválasztott attribútum változásával. Az előbbire

tetőtípusok elkülönítése során már történt tesztelés (Kovács et al. 2014), jelen cikk az utóbbira mutat be egy rövid tanulmányt, melyben azt vizsgáljuk, hogy az egyes talajtulajdonságok és a talajminták spektrális jellemzői között van-e kapcsolat. Ehhez alapadatként a LUCAS talajadatbázis spektrumkönyvtárát és talajadatait használtuk fel.

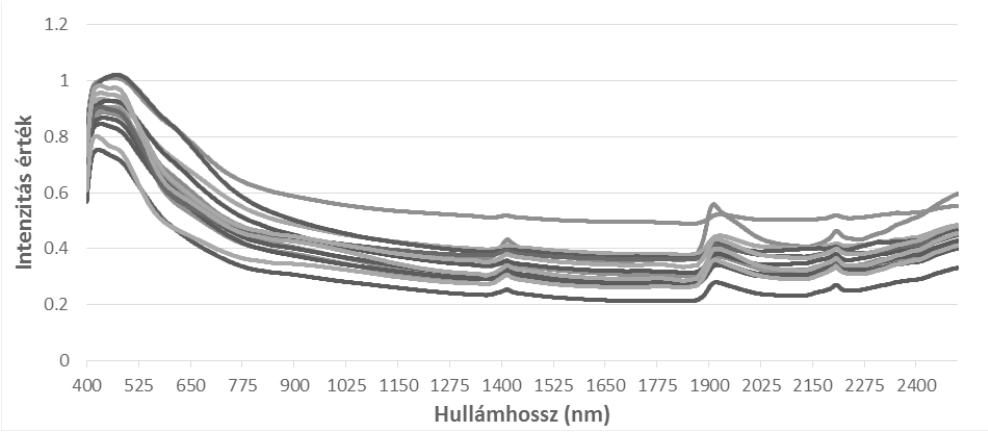
Eredmények

A LUCAS talajadatbázis 12 leíró adatára vizsgáltuk meg annak lehetőségét hogy az 19036 rendelkezésre álló minta milyen szoros kapcsolatot (korrelációt) mutat.

Ezekhez természetesen ha minden egyes csatornát (4200) felhasználnánk, akkor az egy nagyon redundáns adattömeg volna, mivel nincsenek jelentős intenzitásbeli különbségek szűk tartományokat vizsgálva (*1. ábra*). A csatornák száma azonban rendkívül megnöveli a feldolgozási időt, ezért a futtatásokat úgy végeztük, hogy csak minden 25., 50., 75., 100., 125., 150., 175. és 200. csatornát választottunk ki, így természetesen a változók száma is töredékére esett vissza.

A vizsgálatokat végrehajtottuk a fentebb leírt csatornasűrűségekkel. Itt most a minden 50. csatornát figyelembe vevő adatsor intenzitás értékei és a talajtulajdonságok esetén keresztül mutatjuk be, hogy melyik csatorna intenzitás értéke (A) ill. csatornapárból arányából számolt index (A/B) milyen determinációs együtthatót (R^2) eredményez.

Ezt követően főkomponens analízist hajtottunk végre. Maximum három főkomponens nyerhető ki úgy, hogy a sajátértékek 1 fölötti számok legyenek, így nem került sor több főkomponens kinyerésére. A regressziós modellünkbe



1. ábra Néhány talajminta spektrális görbéje a LUCAS talajadatbázisból

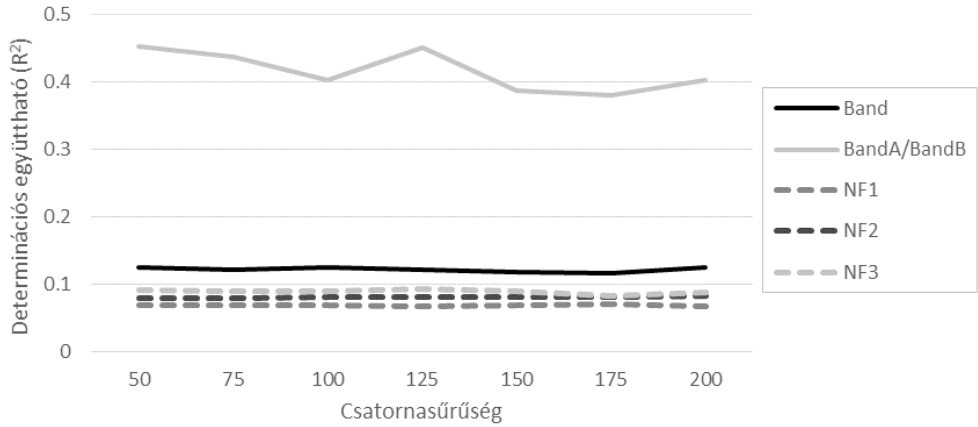
(többszörös lineáris regressziós modell) ekkor mindegyik kapott komponens független változóként adjuk meg, azaz három különböző esetet kapunk: (1) ahol az egy darab főkomponensünk a független változónk (NF1), (2) ahol két főkomponens nyertünk ki és adtunk hozzá független változóként (NF2), valamint (3) ahol mind a három kinyert főkomponenst egyidejűleg hozzáadjuk a regressziós modellhez (NF3).

Az így használt öt módszer legjobb R^2 értékeit foglalja össze az *1. táblázat*, ahol félkövér betűstílussal jelöltük a legjobb eredményt hozó módszert az egyes talajtulajdonságok esetén. Az öt módszer közül spektrális indexek alkalmazása eredményezte a legjobb eredményt a legtöbb esetben. Ez a megközelítés a HypDA bővítményünkben az adatok beimportálását követően egy felhasználóbarát környezeten, párbeszédpanelokon keresztül könnyen testreszabható és futtatható, a legjobbnak bizonyuló spektrális indexeket automatikusan kiemeli, keresztvalidációval ellenőrizhető a modellünk becslési hatékonysága.

Ezt a vizsgálatot elvégeztük a fentebb említett csatornasűrűségek mellett az összes vizsgált talajtulajdonságra. Általánosságban arra az eredményre jutottunk, hogy a HypDA bővítmény által számolt spektrális indexszerű csatornahányadosok magasabb determinációs együtthatót (R^2) eredményeznek, abban az esetben, ha több csatornát vizsgálunk. A közelebbi hullámhosszok intenzitásértékei között kisebb különbségek vannak, mint a távolabbiakban, így az, hogy pontosan mely csatornák kerülnek be a vizsgálatba, hatással van az

1. táblázat A legmagasabb determinációs együtthatójú regressziós modellek módszerenként, minden 50. csatornát választása esetén

R^2	A	A/B	NF1	NF2	NF3
durva homok	0.0048	**0.0796**	0.0015	0.0028	0.0222
agyag	0.0498	**0.3470**	0.0112	0.0585	0.2655
iszap	0.1986	**0.2465**	0.1751	0.1899	0.1901
homok	0.1788	**0.2314**	0.1199	0.1575	0.2134
pHCaCl2	0.1236	**0.4530**	0.0676	0.0789	0.0901
pHH2O	0.1387	**0.4731**	0.0791	0.0912	0.1043
szerves anyag	0.4023	**0.5016**	0.1952	0.3298	0.4695
CaCO3	0.1390	**0.4332**	0.1187	0.1238	0.1349
N	0.4156	**0.4166**	0.2275	0.3476	0.4755
P	0.0158	**0.0354**	0.0117	0.0145	0.0199
K	0.0234	**0.0896**	0.0009	0.0010	0.0656
T-érték	0.2055	**0.1449**	0.0997	0.1276	0.2871



2. ábra A pH-érték esetén mért legmagasabb R^2 értékek a csatornasűrűség változásának függvényében

R^2 értékére. Így természetesen minél több csatornát emelünk be a vizsgálatba, annál több regressziós modell kerül kiszámításra, növekszik a futtatási idő, azonban a spektrális görbe alakjának kisebb megváltozása is kimutatható lesz, melyet fel lehet használni a vizsgált anyag jellemzésére. A főkomponensekkel kapott R^2-értékek alacsonyabbak, azonban relatíve stabilnak tekinthetők a csatornasűrűség változtatása mellett is (*2. ábra*).

Köszönetnyilvánítás

A bővítmény elkészítését a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Felhasznált irodalom

Csillag, F.–Pásztor, L.–Biehl, L. (1993): Spectral band selection for the characterization of salinity status of the soil, Remote Sensing of the Environment, 43, 231-242.

Kovács, Z.–Szabó, Sz. (2013): Interaktív spektrum kiértékelés MS Excel környezetben: Bővítmény hiperspektrális adatok feldolgozásához, Térinformatikai Konferencia 2013, Debrecen, pp. 251-255

Kovács Z.–Szabó Sz.–Burai P.–Szabó G. (2014): Tetőtípusok azonosítása hiperspektrális felvételek alapján, Térinformatikai Konferencia 2014, Debrecen, pp. 181-187

Szalai, Z.–Kiss, K.–Jakab, G.–Sipos, P.–Belucz, B.–Németh, T. (2013): The use of UV-VIS-NIR reflectance spectroscopy to identify iron minerals, Astronomical Notes, 334, 940-943.

Tóth, G.–Jones, A.–Montanarella, L. (szerk.) (2013): LUCAS Topsoil Survey - methodology, data and results, Luxemburg: Publications Office of the European Union, 141 p.

Az Országos Kékkör táblarendszerének kialakítása térinformatikai eszközökkel

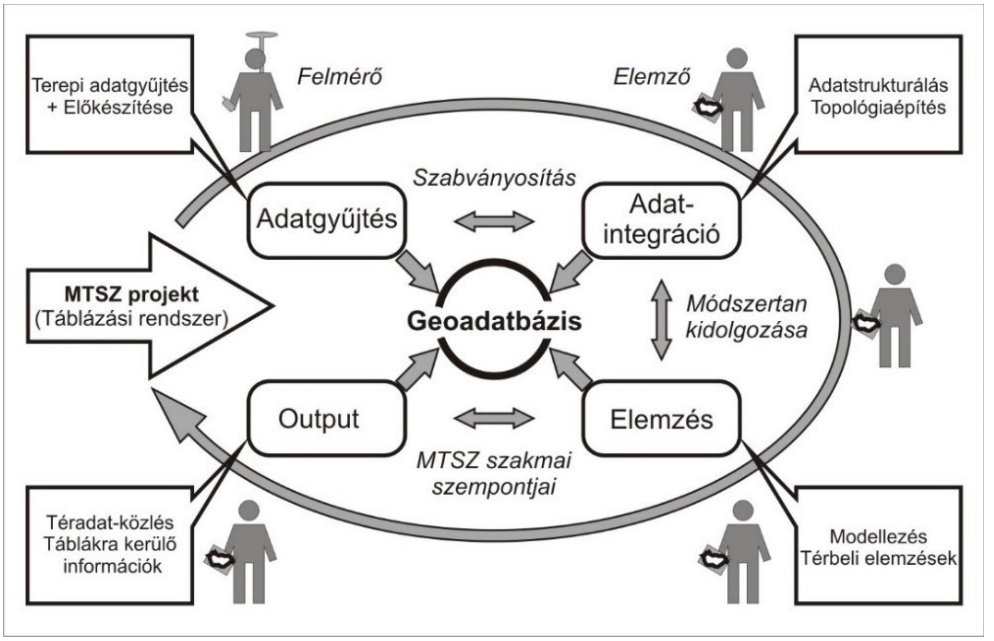
Kozics Anikó[1] – Monori Dávid[2] – Móricz Dénes[3] –
Paár Ferenc[4] – Tolnai Gábor[5]

[1] GIS elemző, Magyar Természetjáró Szövetség, kozics.aniko@gmail.com
[2] GIS elemző, Magyar Természetjáró Szövetség, david.monori.mail@gmail.com
[3] GIS elemző, Magyar Természetjáró Szövetség, denesmoricz@gmail.com
[4] GIS elemző, Magyar Természetjáró Szövetség, paarferenc@gmail.com
[5] GIS elemző, Magyar Természetjáró Szövetség, gntolnai@gmail.com

Abstract: The National Blue Circle is the most important traditional Hungarian hiking trail composing the backbone of the statewide network while it circuits throughout the whole country exceeding 2500 km in length. An EU-funded project gave the opportunity to effectuate a robust touristic development including the restoration of numerous cottages and lookout towers, installing masses of information posts and signposts. This task requires complex GIS solutions, what is more, the implementation followed inverse logic since the number of different types of objects were predefined in each region ignoring spatial restrictions. Several kinds of spatial information are indicated on these signposts along the routes. A complex method was refined to attain this goal where we applied GIS, macros and scripts as well. The workflow comprises design, field data collection, cleansing and integration, network building and modeling.

Bevezetés

A Magyar Természetjáró Szövetség (MTSZ) 2013-2015 között nagyszabású fejlesztési projektek keretében valósítja meg az Országos Kékkör (Országos Kéktúra, Dél-dunántúli Kéktúra, Alföldi Kéktúra; együttesen OKK) multifunkcionális fejlesztését. Hazánk két legkedvezőbb helyzetű régióján kívül a teljes OKK-t érintik a beruházások, valamint a leendő kerékpáros OKK megvalósuló szakaszait és több, az OKK-hoz csatlakozó regionális és tematikus útvonal kialakítását is támogatják 4111 km összhosszú rendszert alkotva. A fejlesztés keretében a turista-létesítmények és a kapcsolódó szolgáltató-hálózat (felújított szálláshelyek és kilátók, vendéglátóhelyek, közlekedési lehetőségek, stb.) megújításán túl, zajlik a teljes országos turistaút-hálózat (legalább 22700 km) nagypontosságú GPS-es felmérése és az összegyűjtött adatok (útvonalak, attrakciók és egyéb POI-k) geoinformatikai feldolgozása és közzététele is. Ezen adatok integrációjával válik lehetővé a projekt kivitelezésének GIS-alapú háttértámogatása is, amely terméktervezésben, karbantartási munkák koordinációjában, tereptárgyak telepítésének előkészítésében és döntéstámogatásban ölt testet (*1. ábra).*



1. ábra Az MTSZ GIS-labor szerkezeti működése (Hardy 2009 nyomán)

A tervezett táblarendszer elemei

A fent ismertetett projekt keretében az OKK mentén létrehozandó komplex táblázási rendszer egyszerre kíván tájékozódási segítséget nyújtani (egyrészt a túraútvonalak megközelítéséhez, másrészt a túraútvonalakról elérhető érdekes helyszínek, látnivalók megkereséséhez) és információkat közölni az adott helyszínekről. A táblarendszert a következő típusok alkotják:

- információs tábla: az OKK mentén található látványosságokról és a környező térségről nyújt általános bemutatást
- indító tábla: az OKK és a nem turistautak kereszteződéseiben tájékoztat
- megközelíthetőséget jelző tábla: környező csomópontokból terel az OKK irányába
- útjelző tábla: a turistaút-hálózaton történő tájékozódást segíti

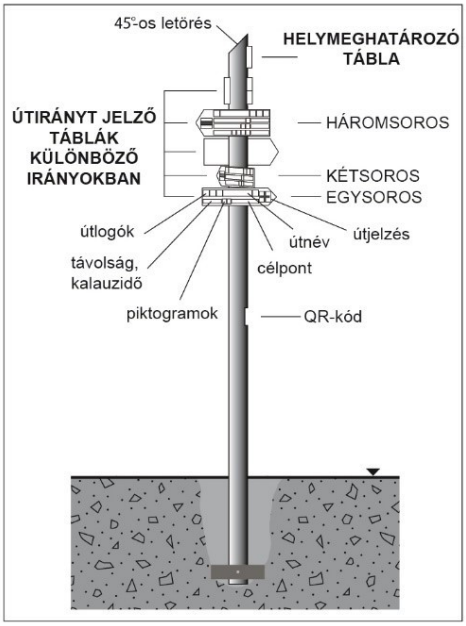
Térinformatikai szempontból az útjelző táblák rendszerének kidolgozása jelentett valódi kihívást. A többi táblatípussal ellentétben nemcsak egy tábla kerül a tartóoszlopra, hiszen a különböző látnivalókra (célpontokra) eltérő irányokba mutató nyíllal ellátott táblák hívják fel a figyelmet. Egyszerre kellett tehát a projektkiírásban előre meghatározott számú oszlophelyet kijelölni és azokhoz előírt számú táblát rendelni. Tovább bonyolította a helyzetet, hogy a táblák méretükben sem azonosak (információtartalom szerint lehetnek egy-

, két- és háromsorosak) és nemcsak régiónkénti számukat határozták meg előre, hanem azt is, hogy méret szerint hogyan kell megoszlaniuk. Úgy kellett tehát kijelölni az oszlophelyeket, hogy a kiválasztott elágazásokban lehetőleg minden releváns célpontra mutasson tábla, az azonos irányban elérhető célpontok lehetőleg egy-egy többsoros táblára kerüljenek és mindezek összege a regionális bontásban előírt számokkal pontos egyezést mutasson. Figyelembe kellett venni továbbá azt a fizikai korlátot is, hogy egy oszlophelyre egymás alá maximálisan hat tábla férhet el.

Elvárásként jelentkezett, hogy ebben a tervezési folyamatban automatizálás tegye lehetővé, hogy oszlophelyek kiesése esetén a lehető leggyorsabban lehessen újraosztani a táblákat.

A tervezés folyamata adatintegrációval indult, majd hálózatot építettünk, amelyen később lehetővé vált elérhetőségi vizsgálat elvégzése. Az adatgyűjtést terepi felméréssel folytattuk, melynek legfontosabb szempontja, hogy adott kereszteződésben hol optimális az oszlop elhelyezése, honnan lesz látható és ettől függően a táblák melyik irányba (jobbra vagy balra) mutatnak majd.

A potenciális útvonalakon végzett adattisztítást követően makrók beiktatásával automatizáltuk azt, hogy az egyes oszlophelyekre az előírtaknak megfelelő méretű és mennyiségű tábla kerüljön fel a hálózati elérési vizsgálattal generált adattartalmakkal (*2. ábra*). Mivel a természetjárás hagyományai szerint az elágazásokba kihelyezett irányjelző táblákon a



2. ábra A tervezett útjelző tábla adattartalma

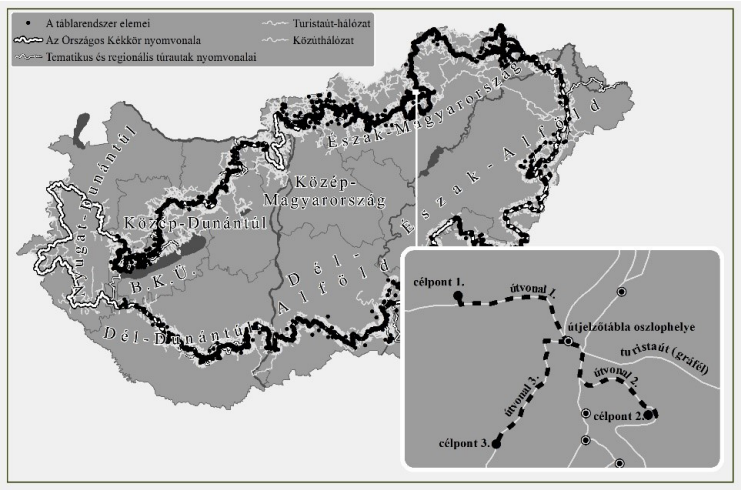
látnivalók távolságán túl a gyalogos elérési időt is fel szokták tüntetni, a teljes hálózatot digitális domborzatmodellre feszítettük, és ezen számítottuk ki az úgynevezett kalauzidőt.

Optimális munkamenet esetén a szükséges oszlophelyek és a rajtuk elhelyezendő táblák számát a hálózat csomópontjai és az elérhető POI-k terepi felmérését követően adják meg. Az itt bemutatott tervezési folyamatban rejlő legnagyobb kihívást az jelentette, hogy a munkamenet ezzel ellentétes irányba haladt.

Előkészítés

Az előkészítés folyamata két fő munkafázisból állt: a műszeres felmérés koordinálásából és a beérkezett adatok integrációjából. Elsőként az oszlophelyek kijelölése zajlott, ennek főbb térbeli szempontjai: az OKK nyomvonala mentén elsősorban a turistautak elágazásaiban, pecsételőhely vagy egyéb (pl. vasútállomás) leágazásokban, illetve potenciálisan elérhető célpontok közelében, lehetőség szerint minimum 120%-os arányban felültervezve. A kijelölés után elő kellett készíteni a különböző regionális „csomagokat", amely az egyes régiók külön leválogatott alapadatainak összeállítását jelenti.

A mérés után következett a beérkezett adatok feldolgozása, javítása, integrációja, felmérői javaslatok feldolgozása, meglévő rendszerbe szervezése, a felmért oszlophelyeknek a kijelöltekkel való összehasonlítása és megfeleltetése, számszerű egyeztetése.



3. ábra A hálózat elemei és a tervezett tereptárgyak

Az adattisztítást és az adatintegrációt az OKK menti turista utak hálózatba szervezése követte. A hálózatépítés célja az útirányjelző oszlophelyek régiónkénti egységes kezelése és a táblafeliratok láncolati logikai elvének érvényesítése volt. A hálózat éleit a turistagráf (vonalas elemek), míg csomópontjait az oszlophelyek (pontszerű elemek) alkották. A hálózati elemzés célpontjaiként az OKK nyomvonalának 5 km-es sugarán belül eső látványosságok (pontszerű elemek) szolgáltak, melyek tartalmazták többek között a főbb természeti, kulturális attrakciókat, a településközpontokat, pecsételőhelyeket. A hálózat topológiai helyessége alapvető feltétele a későbbi elemzéseknek (távolság, kalauzidő számítása).

A lehetséges táblafeliratok meghatározásához egyértelmű térbeli kapcsolatot létesítettünk az oszlophelyek és a célpontok között. Minden régióban két alapvető paramétert vettünk figyelembe: az oszlophelyektől a turistagráfon mérve egy távolságértéket; illetve az adott oszlophelyre vonatkoztatható látványosságok darabszámát. Ez a két paraméter régiónként jelentősen eltérhetett, a terület domborzati viszonyaitól, a turistaút-hálózat valamint a települések, látványosságok sűrűségétől függően. A hálózatelemzés során létrejött útvonalak adatréteg az oszlophelyek és célpontok virtuális kapcsolatait határozta meg a gráfon (*3. ábra*).

Miután megkaptuk az egyes oszlophelyekre vonatkoztatható látványosságokat, ezek irányonkénti megoszlását kellett meghatározni. Ehhez egy három, egymásra épülő lépésből álló munkafolyamatot (modellt) alkalmaztunk mind a hét régiónál. Az elemzési eszközök automatizálása a folyamatot jelentősen meggyorsította. A modell előzetes paraméterezését egy kisebb területű mintahálózaton végeztük, ügyelve a lehetséges hibák elkerülésére. A munkafolyamat legfontosabb része: a hálózatelemzés során létrejött *útvonalak* réteg területi alapú kapcsolása a *turistagráfhoz*. Ennek eredménye a két vonalas réteg – egy a többhöz kapcsolatú – átmetszéséből jött létre. Az így keletkezett állomány azonban az útvonalak tekintetében redundáns lett: egy oszlophely és egy célpont közötti útvonal például többször is szerepelhetett, hiszen a turistagráfon több szakaszt is érintett. Ezért le kellett válogatni minden látványosság esetében az oszlophelyektől induló első gráfszakaszt, ezáltal az útvonalak attribútum táblájában egyértelmű lett az oszlophely-látványosság viszony és a turistagráfból átöröklődött az útirány kódja is. Így legvégül egy olyan aggregált adattáblát kaptunk, melyben az adott régió összes potenciális táblájának alapadatai megtalálhatók oszlophelyenként.

A kalauzidő az útjelző táblákon megjelenő információ, ami a távolság és a szintkülönbség ismeretében adható meg. Ennek kiszámítása egy

egyszerű képlet alapján történik, ahol t a kalauzidő, s a távolság (m) és Δh a szintemelkedés (m) Δh > 0 esetén.

$$t = \frac{s * 60}{4000} + \frac{\Delta h}{10}$$

Ehhez szükség van egy nagyfelbontású domborzatmodellre, melyet a DTA-50 adataiból 10 méteres felbontással készítettünk el. Az alapadatok esetleges hibáit vizuális interpretációval és kereszt-validálással végeztük (Telbisz T. et al. 2013); a legenerált DDM-ek egyes pontokra kiszámított négyzetes hibáit (RMSE) és a domborzat szórását újraosztályozva. A javított domborzatmodellen a szintkülönbséget az útvonal mentén vett pontok magasságkülönbségeiből számolhatjuk ki. A szakasz mentén adott intervallumonként, jelen esetben 50 méterenként vett pontokat interpoláltunk a domborzatmodellre, majd az így kapott, egymás után következő pontok magasságkülönbségeit összegeztük. Így megadható a teljes útvonal menti összes szintemelkedés és szintcsökkenés. A folyamatot úgy automatizáltuk, hogy Python scriptet írva (Severance, C. 2013) régiónként futtattuk le. A kalauzidőt végül az oszlophely és célpont azonosítók alapján kapcsolhatjuk az aggregált adattáblához.

Adattisztítás

A hálózati elemzés és a modell eredménye az aggregált adattábla, amelyet az optimalizációs makrók futtatásához elő kellett készíteni. Ehhez egy aprólékos, nem-automatizált tisztítási folyamatnak kellett alávetni. Ez egyben nem csak tisztítás, hanem a felmért járulékos adatok ellenőrzése, megfeleltetése, majd felvétele a táblapanelek tartalmainak előállítása szempontjából, tehát ekkor kapcsoljuk az aggregált adattáblába az oszlophelyekre elhelyezendő táblák irányait és szögeit.

Az aggregált adattábla tisztításának szempontjai:

- Területi purgálás: a hálózattól távol eső látványosságok törlése hálózatelemzés pontossága miatt.
- A gráfon túl közel eső célpontok, látványosságok törlése (pl. célpontlistában pontként szereplő települések esetében, belterületen belül).
- Prioritás: fontosabb célpontokra messzebbről is mutathatunk, míg a lokális jelentőségű attrakciókra nem (pl. buszmegálló, tájház stb.).
- Egyéb anomáliák kiszűrése: esetleges bennmaradt topológiai, hálózati hibák (két célpont közötti rövid távolság esetén) a hálózati elemzés

során előfordult rendellenességek az egyben kezelt turistagráf miatt (legrövidebb út – elérhetőség miatt vagy hurokszerű útkerülések esetén).

Makrók

A táblázás utolsó részfolyamata Excelben történt, ahol VBA makrók segítségével (Pusztai P. 2014) számítottuk ki régiónként a megfelelő táblaelosztást és végső kimenetet. Több kisebb segédmakró segítségével hozzácsatoltuk a külső adatokat (kalauzidő, oszlophely adatai), majd kialakítottuk a gyártáshoz kívánt kimeneti táblázatot. A táblázás talán legbonyolultabb részét, a táblák oszlopokra való kiosztását egy komplex makró végezte. Az erre a problémára készített megoldást mutatjuk be röviden.

A feladat igen sok paraméteres, így manuálisan nem elvégezhető. Bármilyen paraméter változása magával vonná a műveletsor újrakezdését és a helyes végeredmény sem lenne garantálható. (Ha egy oszlophelyre – mérettől függetlenül – csak 10 táblát lehetne felrakni és csak 1000 oszlop lenne, már akkor is 101000 különböző lehetőség adódna.)

Szerencsére különböző optimalizációkra van lehetőség. Az egyik megközelítés szerint vesszük az összes lehetséges változatot és kiválasztjuk a számunkra legkedvezőbbet. Egy másik lehetőség a visszalépéses keresés, ami hasonlít az előzőhöz, csak annyival gyorsabb, hogy keresés közben a rossz megoldást nem viszi tovább, másik irányban folytatja. Az említett módszerek alkalmazása rendkívül sok időt venne igénybe, ezért olyan egyszerűbb megoldást találtunk, amely az optimalizációra törekedve használ több stratégiát.

A táblázatban egy rekord egy táblára kerülő sornak felel meg, annak adatait tartalmazza (távolság, látnivaló neve, oszlop-, útazonosító stb.). A makró az oszlop- és útazonosítók, valamint az azimut (szög) és irány (jobb vagy bal) adatokat használja fel. Így tudja felmérni, hogy egy oszlophoz hány irány és az adott irányokhoz hány látnivaló tartozik. A táblázatban több rekord van, mint amennyi a táblákhoz maximálisan szükséges, így a program több megoldási lehetőség közül választhat. A makró alapvetően három részre tagolódik.

Az első része előzetes elosztást végez. Először a három-, majd a két-, végül az egysoros táblákat osztja ki. Minden helyre kioszt egy táblát, ha van rá lehetőség (tehát ha van elegendő látnivaló az adott irányban), ciklikusan addig futtatva a mechanizmust, amíg el nem fogynak a kiosztandó táblák. Ezt a táblázat elejétől kezdi, vagyis ha nagyon sok hely van az első részben (sok

látnivaló és irány), akkor előfordulhat, hogy előbb elfogynak a kiosztandó táblák, minthogy a program a táblázat végére érne. Ezért azt is figyelembe veszi, hogy ne maradjon ki egyetlen irány sem (ne legyen olyan oszlop, amire nem jut tábla), tehát kezdetben minden irányba kioszt egy táblát. Itt még a méretekkel nem számol, csak az út- és látnivaló-megoszlás függvényében végez egyenletes szétosztást.

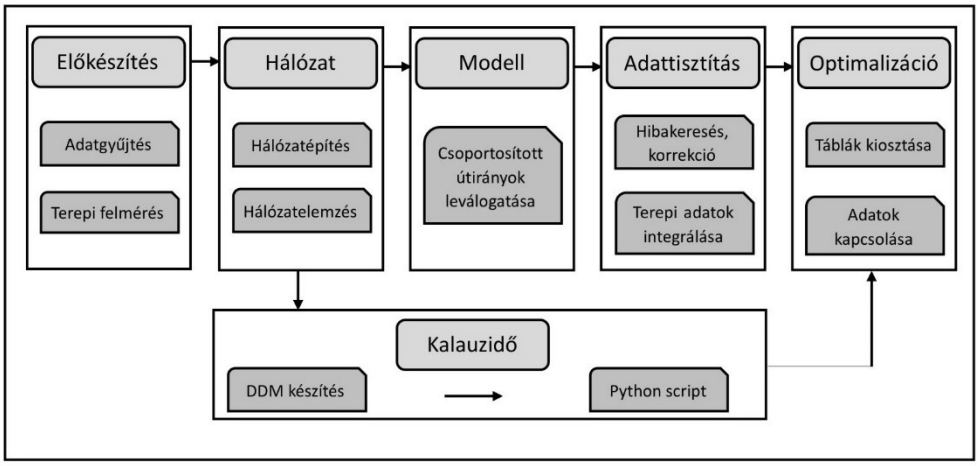
A második részben a főeljárás megvizsgálja az előzetes elosztást és virtuálisan kiosztja a táblákat az oszlopokra. Mivel ismert a táblák mérete és a rendelkezésre álló hely, így a program oszloponként tárolja a kiosztott táblák helyfoglalását, illetve fennmaradó helyet. Ez utóbbi mérete dinamikusan változik a táblák felrakásával. Az optimális helykihasználás érdekében törekedni kell a különböző méretű táblák legkedvezőbb elhelyezésére.

A harmadik részben pedig segédeljárásokkal finomítunk az eredményen. Különböző műveletekkel próbáljuk átrendezni a táblákat úgy, hogy minden tábla felférjen. Az egyik fontos segédeljárás a tábla duplázása, ilyenkor két azonos információ-tartalmú tábla kerül fel az oszlop ellentétes oldalaira. Ez akkor fontos, amikor nagyon magas a kiosztandó átlagos táblaszám oszlophelyenként, de nincs elég látnivaló. Egy másik eljárás átrendezi a táblákat a különböző oszlopok között. Ha például egy kétsoros táblával szemben felférne oda egy másik ugyanilyen méretű tábla (de két egysoros már nem); azonban a kétsoros táblák már elfogytak, akkor megvizsgálja, hogy máshonnan le tud-e venni ilyet.

Összefoglalás

Az Országos Kékkör projekt során összetett táblázási struktúra létrehozására vállalkoztunk. Különböző térképi források és terepi felmérési anyagok felhasználásával, 14814 km hosszú hálózatot építettünk az OKK 10 km sugarú övezetében, 3344 helyszínen, 1985 turisztikai attrakció figyelembe vételével, 12718 táblát terveztünk, amelyek típusonként eltérő adattartalmat igényeltek különböző térbeli kritériumoknak megfelelve. Az adatok döntő többségét automatikusan generáltuk, melyhez több lépcsős műveletsort dolgoztunk ki (*4. ábra*) GIS-módszerekkel (hálózatelemzés, domborzatmodellezés), matematikai optimalizációs eljárásokkal kiegészítve. A gyakorlati megvalósítás során a legnagyobb problémát a projektkiírásban előre meghatározott mennyiségeknek való megfelelés jelentette, ugyanis az előzetes kalkulációk mellőzték a térbeliség szempontjait és korlátozó tényezőit. Ebből fakadóan fordított logikával a kívánt végeredményhez kellett

igazítani a tervezési feltételeket és folyamatokat.



4. ábra Az útjelző táblázás elemzési folyamata

Felhasznált irodalom

Hardy, P. (2009): High-Quality Cartography in a Commodity GIS: Experiences in Development and Deployment. ICA Symposium on Cartography for Central and Eastern Europe, Vienna, February 2009. 8 p.

Pusztai P. (2014): Excel programozás. Oktatási segédlet. Széchenyi István Egyetem, Győr. 77 p.

Severance, C. (2013): Python for Informatics: Exploring Information. Create Space Independent Publishing Platform, 248. p.

Telbisz T.–Székely B.–Tímár G. (2013): Digitális terepmodellek. ELTE FFI Természetföldrajzi Tanszék, Budapest. 80 p.

A Duna-Tisza köze genetikai talajtípus térképének előállítása adatbányászati eszközökkel

Laborczi Annamária[1] – Takács Katalin[2] – Bakacsi Zsófia[3] – Szabó József[4] – Pásztor László[5]

[1] tudományos segédmunkatárs, MTA ATK TAKI, laborczi@rissac.hu
[2] tudományos segédmunkatárs, MTA ATK TAKI, takacs.katalin@rissac.hu
[3] tudományos főmunkatárs, MTA ATK TAKI, zsofi@rissac.hu
[4] tudományos főmunkatárs, MTA ATK TAKI, james@rissac.hu
[5] tudományos főmunkatárs, MTA ATK TAKI, pasztor@rissac.hu

Abstract: Hungary is considerably well supplied with spatial soil data, but not always on proper thematic or spatial resolution. There are genetic soil type maps on countrywide as well as on farm level, but either the spatial resolution, or the spatial coverage is not enough for nowadays' increasing expectations. To refill this reficiency, a new genetic soil map was compiled to the territory of the Danube-Tisza Interfluve. Virtual sampling points was randomly generated from the AGROTOPO genetic soil class map, and the information was spatially expanded by the help of Classification and Regression Tree method, based on digital elevation model and a more detailed chemical and physical soil map (DKSIS – Digital Kreybig Soil Information System). The process was replicated with different sets of random points, and the final map was compiled based on maximum-likelihood decision.

Bevezetés

A talajra vonatkozó térbeli információk figyelembe vételére egyre növekvő igény mutatkozik mind hazai, mind nemzetközi szinten (Bullock, P. 1999; Mermut, A. R.–Eswaran, H. 2000; Tóth, G. et al. 2008; Baumgardner, M. F. 2011). Térbeli talajinformációk terén Magyarországon leginkább archív adatokra támaszkodhatunk, ugyanis a felmerülő probléma esetén egyedi, specifikus, térben és tematikusan is nagy részletességű adatgyűjtésen alapuló térképezésre anyagi források hiányában csak ritkán van lehetőség (Pásztor L. et al. 2014).

Hazánkban jelentős mennyiségű, korábbi adatgyűjtésen alapuló digitális talajinformáció áll rendelkezésre, amely közvetlen módon, elegendő pontossággal nem adhat választ minden felmerülő kérdésre, de megfelelő módszerek alkalmazásával jól hasznosítható. Genetikai talajtérképek országos szinten is készültek, valamint – bizonyos területekre – üzemi léptékben is rendelkezésre állnak. A kettő közötti térbeli felbontásban azonban egyáltalán nem léteznek, pedig sok esetben éppen ilyen a részletességű térképre lenne szükség. Jelen munkában genetikai talajtérkép térbeli felbontásának újraosztályozással történő javítására mutatunk megoldást.

Anyag és módszer

Döntési fák módszere a digitális talajtérképezésben

A talajtérkép a talajtakaró specifikus térbeli modellje, melynek megalkotása a talajképző folyamatok szem előtt tartásával történik. Ezen definíció egyes elemeit illetően a digitális forradalom során jelentős és lényegében egyidejű változások következtek be, amelyek hatásának köszönhető a digitális talajtérképezés kialakulása, megerősödése, majd elterjedése az utóbbi évtizedben (McBratney, A. et al., 2003; Dobos E. et al. 2006; Lagacherie, P. et al. 2007; Boettinger, J. L. et al. 2010; Szatmári G.–Barta S. 2013). A talajképző folyamatok egyes szegmenseire közvetve vagy közvetlenül vonatkozó térinformatikai (térbeli és egyben digitális) információk egyre nagyobb mennyiségben, térbeli felbontásban és olcsóbban váltak elérhetővé. Az így elérhető ún. környezeti segédinformációk és a talajok egyes jellemzői közötti, néha nagyon bonyolult és áttételes kapcsolatok számszerűsítésére determinisztikus modellek híján is hatékonyan alkalmazható matematikai (geo-)statisztikai és adatbányászati eszközök jelentek meg.

A döntési fák olyan adatbányászati módszercsaládot képviselnek, amelynek bonyolult összefüggéseket egyszerű döntések sorozatából építenek fel, mintegy sorba fejtve azokat. A fát egy ún. tanító adatbázisból rekurzívan állítjuk elő. Az osztályozó fák mindig a lehető legnagyobb homogén osztályt választják le valamely, jól megválasztott, jellemzően entrópia jellegű mérték (pl.: Gini, Shannon index) szerint. A döntési fákon a kezdőfeltételtől (a gyökérből) egy besorolásig (levélbe) vezető út mentén a feltételeket összeolvasva könnyen értelmezhető szabályokat kapunk. A döntési fák számos előnnyel rendelkeznek:

- Kategória és numerikus típusú változókra egyaránt alkalmazhatók.
- A változók közötti nem-lineáris kapcsolatok esetén is alkalmazhatók.
- Automatikusan felismerik a lényegtelen változókat és így a fák teljesítménye zaj jelenlétében sem romlik.
- Automatikusan felismerik a kollinearitást.
- Nagyméretű adathalmazokra is hatékonyan felépíthetők.
- A fák szerkezete invariáns a független (numerikus) változók monoton transzformációjára.

A döntési fákból nyert döntési szabályhalmazok egyértelműek, így osztályozásra használhatók. Viszont több feltételsor is vezethet azonos döntéshez, azaz a fa több levele is reprezentálhatja ugyanazt az osztályt.

A döntési, avagy osztályozási fákat hatékonyan alkalmazták a világ különböző részein talajtípusok előfordulásának térbeli modellezésére, azaz hagyományos értelemben vett talajtérképek előállítására (Ausztrália: Moran, C. J.–Bui, E. N. 2002; Brazília: Giasson E. et al. 2011; Dánia: Bou Kheir, R. et al. 2010; Magyarország: Illés G. et al. 2011; USA: Scull, P. et al. 2005). Ezen munkáknál, jellemzően, viszonylag kevés feltárásban elvégzett osztályozás eredményének térbeli kiterjesztése történt meg a helyi fiziográfiai viszonyokhoz illeszkedő talaj-táj modellek szerinti környezeti segédváltozók segítségével.

A döntési fák felhasználhatók a már létező talajtérképekben foglalt talaj-táj modellek megértésére, a felvételezési, szerkesztési szabályok utólagos formalizálására is (Bui, E. N.–Moran, C. J. 2001; Häring, T. et al. 2012). Az így feltárt és döntési szabályokba foglalt összefüggések pedig nagy felbontású környezeti segédváltozók segítségével térbelileg finomított térképek előállítását teszik lehetővé. Ezen segédváltozók között speciális szerepet töltenek be a nagyobb térbeli felbontású, de eltérő tematikájú talajtani információk. Mindezen lehetőségek együttes kihasználásával hoztunk létre új genetikai talajtérképet, az AGROTOPO adatbázis genetikus típus térkép térbeli felbontásának újraosztályozással történő növelésével.

Felhasznált talajadatok és környezeti segédinformációk

Az Agrotopográfiai térképek a Kreybig-féle talajfelvételezés adataira alapozva és a Kreybig térképek talajfoltjainak térbeli és tematikus generalizálásával történő szintetizáló munka eredményeként jöttek létre (Kreybig L. 1937; Várallyay Gy. et al., 1979, 1980). A generalizálással született agroökológiai egységek értelemszerűen inhomogének, amelyek összetételére vonatkozóan a Kreybig mintázat jelentős információtartalommal bír. Az agroökológiai egységeket másrészről az akkor segédeszközül választott 1:100 000-es topográfiai térképek által szolgáltatott domborzathoz illesztették. Nagyobb léptékű, jobb felbontású topográfiai alap alkalmazása szintén hatékony eszközül szolgálhat a foltokon belüli heterogenitás modellezéséhez. Az Agrotopográfiai térképek az AGROTOPO, a Kreybig térképezés alap- és feldolgozott adatai pedig a DKTIR (Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer) adatbázisban az ország teljes területére térinformatikai elemzésre alkalmas formában rendelkezésre állnak.

A genetikai talajtípus térkép térbeli felbontásának növeléséhez szükséges segédadatok kiválasztása a talajképződési tényezők szem előtt tartásával, illetve az ezekre vonatkozó elérhető térképi alapú információk elérhetősége alapján történt. Segédváltozóként az EU-DEM (EEA) digitális

domborzatmodellt (eredeti felbontás: 25 m) és a DKTIR talajtérképi egységeit használtuk (tematikus méretarány 1:25 000). A DDM-ből a következő elsődleges, illetve másodlagos paramétereket származtattuk: lejtőszög (slope), kitettség (aspect), általános görbület (general curvature), lefolyás hálózati alapszinttől való függőleges távolság (vertical distance to channel network), SAGA nedvesség index (SAGA wetness index), napi anizotrópikus melegítés (diurnal anisotropic heating), valós felszíni terület (real surface area), lefolyás hálózati alapszint (channel network base level), többszörös felbontású hegyhát index (MRVBF - Multiresolution Index of Valley Bottom Flatness), többszörös felbontású völgytalp index (MRRTF - Multiresolution Index of Ridge Top Flatness). A talajokat a DKTIR talajfoltjainak attribútumai szerint, fizikai és kémiai tulajdonságaik alapján jellemeztük.

A térképezés menete és paraméterei

A függő változó tematikus méretaránya, illetve a független változók térbeli felbontása alapján a 100 méteres cellaméret használatát céloztuk meg. A vektoros állományokat az így definiált referencia rácsra vonatkoztatva alakítottuk raszterekké. Az AGROTOPO genetikai talajtípus kategóriáiban megjelenő modellezési szabályokat (talaj-táj modelleket) bizonyos peremfeltételek szerint elszórt virtuális mintavételi pontok segítségével próbáltuk megragadni. Rétegzett véletlenszerű mintavétel sorozatot generáltunk, ahol a rétegeket a talajfoltok képviselték. Feltételként határoztuk meg, hogy az AGROTOPO minden térképi egységébe legalább egy mintavételi pont essen, illetve, két szomszédos pont távolsága legalább 100 méter legyen. A talajfolt-határokon elkerülhetetlen a becslési bizonytalanság növekedése, mivel poligonok szerint definiált modellt vettünk alapul. Ezért 100 méter széles pufferzónát hoztunk létre, amelyen belül nem eshetett mintavételi pont. Végül a pontok darabszámát úgy korlátoztuk, hogy átlagosan minden négyzetkilométerre essen egy pont, így a Duna-Tisza közi területre mintegy 12.000 virtuális mintavételi pont jutott.

A döntési fa algoritmusban a pontokhoz rendelt, AGROTOPO adatbázisból származó talajtípus jelentette az osztályozandó, függő változót, a környezeti segédadatok (DDM és DKTIR) pedig a független változók halmazát. Az osztályozást 100 különböző random pont állományon végeztük el, minden esetben Gini index szerint, és gyökércsúcsonként legalább 100 esetet figyelembe véve. A véletlen erdők (Random Forests, Breiman, L. 2001) módszere szerint minél több döntési fát készítünk, annál pontosabb eredményt kaphatunk azok együttes értékelésével. Ezért az általunk alkalmazott metódust

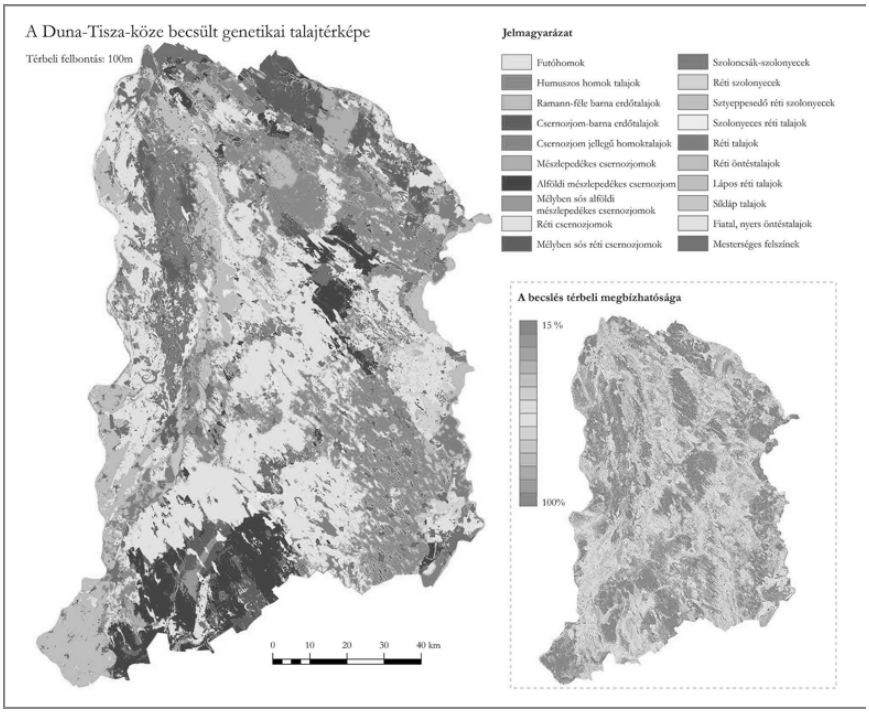
módosított véletlen erdő eljárásnak tekinthetjük.

Az adatok előkészítése és az eredmények feldolgozása ArcGIS 10.2 szoftverrel történt. A domborzati paraméterek származtatását SAGA (System for Automated Geoscientific Analysis) GIS környezetben végeztük el (Bock, M. et al. 2007). Az osztályozó fák előállításához a STATISTICA 12 szoftver (StatSoft, Inc.) adatbányászati modulját használtuk.

Eredmények

Az osztályozás eredményeit alkalmaztuk a tanuláshoz használt, teljes területi fedettséget nyújtó, 100 m térbeli felbontású fedvényekre. Az eredménytérképet a maximális valószínűség elve alapján készítettük el, minden egyes pixel becsült osztályai közül a leggyakoribbat választottuk. Az *1. ábrán* szerepel az optimalizálási folyamat eredményeképpen kapott genetikai talajtípus térkép.

Minden térkép magában hordozza az adott módszer bizonytalanságát, ezért a megbízhatóságról is szükséges információt közölni. Jelen esetben a becslés térbeli megbízhatóságát az adott osztály előfordulási gyakoriságának megfelelően határoztuk meg.



1. ábra A Duna-Tisza köze becsült genetikai talajtérképe

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a K105167 OTKA pályázat támogatta.

Felhasznált irodalom

Baumgardner, M. F. (2011): Soil databases. In: Handbook of Soil Sciences: Resource Management and Environmental Impacts. (Eds.: Huang, P. M., LI, Y. & Sumner, M. E.) 21–35. CRC Press. Boca Raton.

Bok, M.–Böhner, J.–Conrad, O.–Köthe, R.–Ringeler, A. (2007): Methods for creating Functional Soil Databases and applying Digital Soil Mapping with SAGA GIS. In: Hengl, T., Panagos, P., Jones, A., Toth, G. (Eds.). Status and prospect of soil information in south-eastern Europe: soil databases, projects and applications. EUR 22646 EN Scientific and Technical Research series, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg, p.149-162.

Boettinger, J.L.–Howell D.W.–Moore A.C.–Hartemink A.E.–Kienast-Brown, S (eds.) (2010): Digital Soil Mapping: Bridging Research, Environmental Application, and Operation. Elsevier.

Bou Kheir, R.–Bøcher, P. K.–Greve, M.B.–Greve, M.H. (2010): The application of GIS based decision-tree models for generating the spatial distribution of hydromorphic organic landscapes in relation to digital terrain data. Hydrol. Earth Syst. Sci. 14. 847–857.

Breiman, L. (2001): Random Forests. Machine Learning. 45. 5–32.

Bui, E.N.–Moran, C.J. (2001): Disaggregation of polygons of surficial geology and soil maps using spatial modelling and legacy data. Geoderma. 103. 79–94.

Bullock, P. (1999): Soil Resources of Europe – An Overview. In: Bullock P, Jones R J A, Montanarella L. (eds.) Soil Resources of Europe, European Soil Bureau Research Report 6, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Dobos, E.–Carré, F.–Hengl, T.–Reuter, HI.–Tóth, G. (eds.) (2006): Digital Soil Mapping as a Support to Production of Functional Maps. EUR 22123 EN. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg.

EEA (European Environment Agency): EU-DEM http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eu-dem

Häring, T.–Dietz, E.–Osenstetter, S.–Koschitzki, T.–Schröder B. (2012): Spatial disaggregation of complex soil map units: A decision-tree based approach in Bavarian forest soils. Geoderma. 185–186. 37–47.

Giasson, E. et al. (2011): Decision trees for digital soil mapping on subtropical basaltic steeplands. Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) [online]. 68. (2) 167–174.

Illés G.–Kovács G.–Heil B. (2011): Comparing and evaluating digital soil mapping methods in a Hungarian forest reserve., Canadian Journal of Sois Science, Vol 91 (4), pp. 615-626.

Kreybig L. (1937): A Magyar Királyi Földtani Intézet talajfelvételi, vizsgálati és térképezési

módszere. M. Kir. Földtani Intézet Évkönyve. 31. 147–244.

Lagacherie, P.–Mcbratney, A.–Voltz, M. (eds.) (2007): Digital soil mapping: an introductory perspective. Elsevier.

McBratney, A.B.–Mendonça Santos, M.L.–Minasny, B. (2003): On digital soil mapping. Geoderma, Elsevier B.V., Amsterdam, 117 (1–2): 3–52.

Mermut A.R.–Eswaran H. (2000): Some major developments in soil science since the mid-1960s. Geoderma, 100: pp. 403–426.

Moran, C.J.–Bui, E.N. (2002): Spatial data mining for enhanced soil map modelling. International Journal of Geographic Information Science. 16. 533–549.

Pásztor L.–Bakacsi Zs.–Szabó J.–Takács K.–Laborczi A. (2014): Tematikus talajtérképek dezaggregálási lehetőségei digitális talajtérképezési eljárásokkal. In: Balázs Boglárka (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában V.: Térinformatikai konferencia és szakkiállítás. Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó, pp. 253-261.

Scull, P.–Franklin, J.–Chadwick, O.A. (2005): The application of classification tree analysis to soil type prediction in a desert landscape. Ecological Modeling. 181. 1–15.

Szatmári G.–Barta K. (2013): Csernozjom talajok szervesanyag-tartalmának digitális térképezése erózióval veszélyeztetett mezőföldi területen. Agrokémia és Talajtan. 62 (1): 47–60.

Tóth, G.–Montanarella, L.–Stolbovoy, V.–Máté, F.–Bódis, K.–Jones, A.–Panagos, P.–van Liedekerke, M. (2008): Soils of the European Union. EUR 23439 EN, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Várallyay Gy.–Szűcs L.–Murányi A.–Rajkai K.–Zilahy P. (1979): Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők 1:100.000 méretarányú térképe I. Agrokémia és Talajtan. 28. 363–384.

Várallyay Gy.–Szűcs L.–Murányi A.–Rajkai K.–Zilahy P. (1980): Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők 1:100.000 méretarányú térképe II. Agrokémia és Talajtan 29. 35–76.

A marsi Gale-kráter formakincsének és felszíni összetételének vizsgálata webes térinformatikai eszközök alkalmazásával

Látos Tamás[1] – Deák Márton[2] – Sik András[3]

[1] PhD hallgató, ELTE FFI Térinformatikai Műhely, latostamas@gmail.com;
[2] tanársegéd, ELTE FFI Térinformatikai Műhely, dmarton@elte.hu;
[3] adjunktus, ELTE FFI Térinformatikai Műhely, sikandras@gis.elte.hu

Abstract: Since the landing of NASA's Curiosity rover inside the Gale Crater, this region became the most thoroughly investigated corner of Mars. A great variety of planetary datasets were acquired over its centrally located Aeolis Mons and the sorrounding plains as well, coupled with the direct field measurements and ground truth information gathered by the six-wheeled rover itself. These data sources can be integrated, analyzed and visualized by web-based GIS methods and platforms, in order to facilitate the fruitful cooperation between planetary scientists from different research fields and the public dissemination of these outstanding results, in the form of interactive web map applications.

Bevezetés

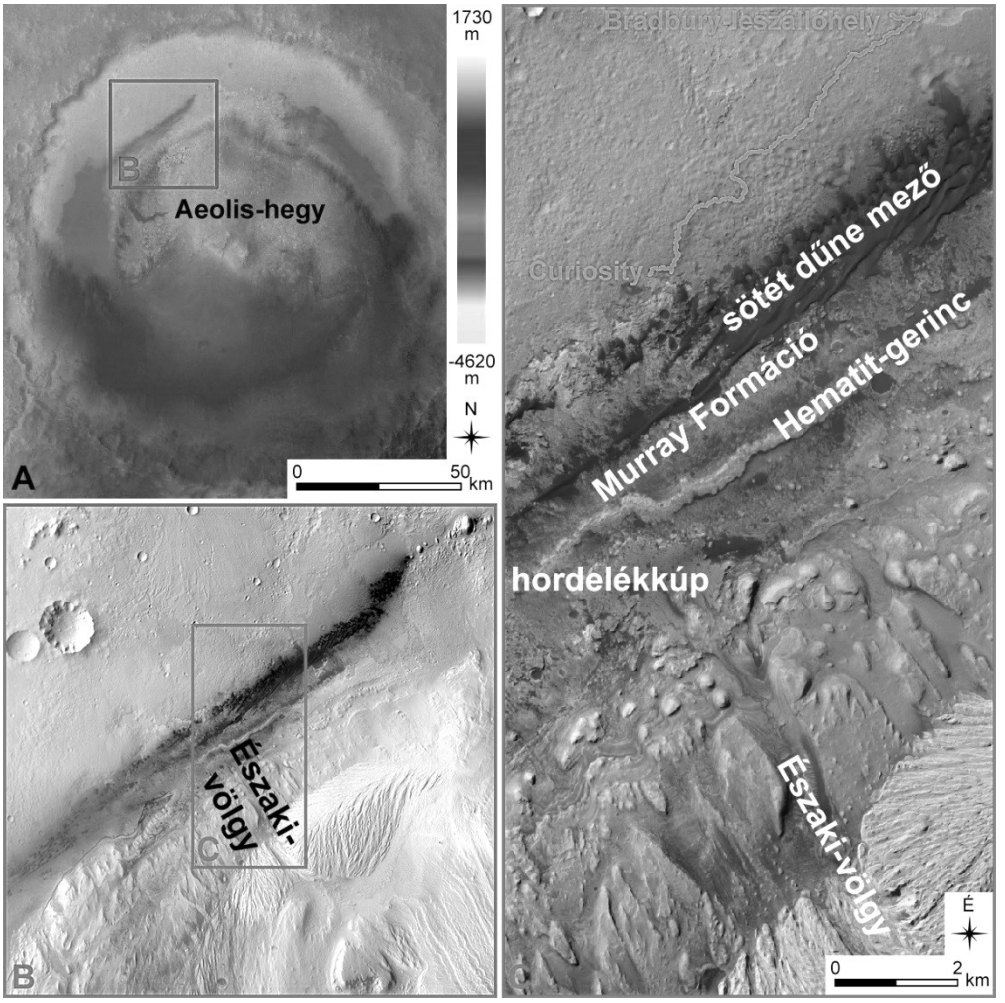
A Marsról rendelkezésre álló téradatok mennyisége gyors ütemben növekszik, amelyek feldolgozásához és elemzéséhez korszerű GIS-eszköztár szükséges.

2012-ben végrehajtott landolása óta a Curiosity rover, valamint az égitest körül keringő űrszondák is rendkívül sokféle információt gyűjtöttek a Gale-kráterben elhelyezkedő leszállóhely térségéről. Így napjainkban ez a Mars felszínének legalaposabban ismert részlete, s földtudományi elemzése választ adhat az égitest múltbeli fejlődéstörténetével kapcsolatos kérdésekre.

Mintaterület: az Aeolis-hegy északnyugati hegylábfelszíne

A marsi Egyenlítő közelében (d. sz. 5,4°; k. h. 137,8°) elhelyezkedő, 154 kilométer átmérőjű Gale-kráter morfológiája egyértelműen magán hordozza a térségét egykor alakító folyékony víz nyomait. Több tucat vízfolyás medre azonosítható, amelyek a kráteren kívülről érkezve vágódtak be annak oldalfalába és rakták le hordalékukat aljzatán (*1. ábra*).

Belsejének kétarcú morfológiai képét is valószínűsíthetően fluviális, majd eolikus folyamatok alakították, egy üledékes hegyvonulatot építve fel a becsapódás során létrejött központi csúcstól északra: a kb. 5 500 méter magas Aeolis-hegyet (másik elnevezése Mount Sharp).



1. ábra Elemzési mintaterület: A – a Gale-kráter domborzata; B – az Aeolis-hegy északnyugati hegylábfelszíne; C – a Curiosity útvonala és az Északi-völgy helyzete

Ennek oldalában is megfigyelhető néhány bevágódott képződmény, amelyek egyike látványos völgyként tárja fel a vonulat üledékes rétegsorát (Északi-völgy). A lejtőkön pedig nyelvszerű, lebenyes folyások is azonosíthatók, a folyékony víz és jég múltbeli jelenlétére utalva.

Marsi adatintegráció és -megjelenítés webes térinformatikai eszközökkel

A vörös bolygó körül keringő Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) űrszonda HiRISE kamerájának optikai űrfelvételei, az ezek sztereo-kiértékelésével előállított digitális domborzatmodellek (DDM) és a CRISM

infravörös spektrométer adatai is nagy méretű raszteres állományok, amelyek integrált kezelésére és elemzésére egyre több desktop térinformatikai szoftver képes, például az ENVI, az ESRI ArcGIS for Desktop, illetve a QGIS.

Interaktív megjelenítésük web-alapú térképeken zajlik, akár távoli szervereken publikált WMS-adatforrásokkal kombinálva is (Sik A. 2013). Ilyeneket már az ESRI ArcGIS Online és a nyílt forrású QGIS Server / QGIS Web Client keretrendszerekkel egyaránt készítettünk (Sik A. 2014).

Munkánk kooperációs lehetőségeinek bővítése érdekében egy olyan webes térképalkalmazást is szeretnénk kifejleszteni, amely GeoServer-környezetben, a Web Processing Service (WPS) protokoll használatával teszi lehetővé az alkalmazásban elérhető téradatok morfometriai elemzését, illetve a formakincs háromdimenziós megjelenítését.

Formakincs

A Gale-kráterben többek között az Aeolis-hegy északnyugati hegylábfelszínébe vágódott, kb. 10 kilométer hosszúságú Északi-völgy morfológiáját vizsgáltuk részletesen (*1. ábra*).

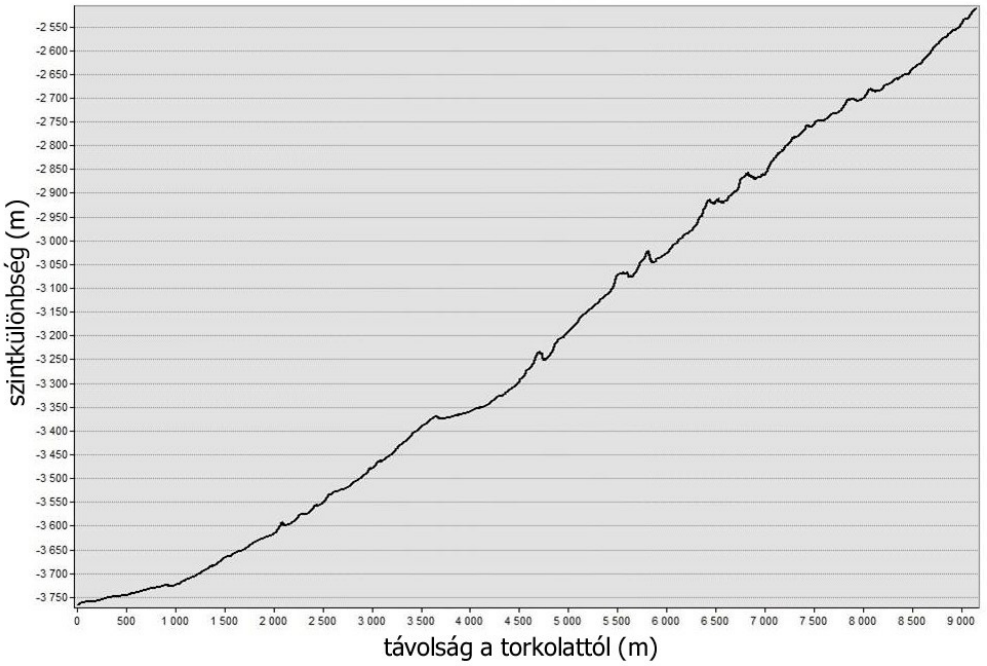
A bizonytalan forrásterületről induló képződmény szélessége 800-900 méter között változik, mellékvölgyek nem csatlakoznak bele, esésgörbéje bevágódó szakaszjelleget mutat, a Langbein-féle homorúságérték alapján pedig kiegyenlített esésű (*2. ábra*).

A forrásterület egyrészt a folyamatos akkumuláció miatt bizonytalan, másrészt pedig egy, a völgyfőre települt becsapódásos kráter miatt (*3. ábra*). Ennek képződése ugyanis felülírhatta a forrásterület eredeti morfológiáját, s amennyiben vízjég-tartalmú felszínközeli rétegeket érintett, fel is újíthatta a vízfolyás működését.

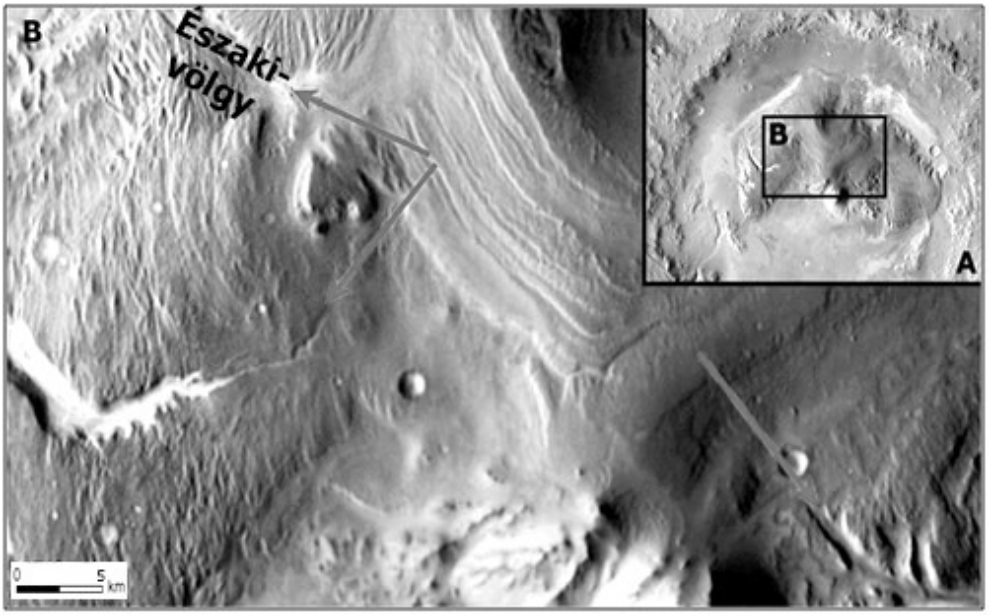
A forrásterülettől folyásirányban lefelé, az utolsó működés jeleként egy sötét üledékkel feltöltött meanderező folyómeder-szakasz látható. Ezen a szakaszon kb. 300 méter átmérőjű, völgyoldali csuszamlás csatlakozik be a völgybe, amely vagy kialakulásakor táplálta a vízfolyást, vagy talán később aktiválhatta azt, mivel a csúszópálya morfológiája alapján a tömegmozgás egy vízjég-tartalmú, felszínközeli réteget is megnyithatott.

Az ezt követő szakasz szinte már teljes mértékben akkumulálódott a működés leállása óta, a völgyperemek itt jelentős mértékben lepusztultak a szélerózió és az aprózódás hatására, szigethegyeket kialakítva, s feltárva a völgyfal sztratigráfiai egységeit.

A torkolat előtt ismét előtűnik a feltöltődött meanderező folyómeder,



2. ábra Az Északi-völgy esésgörbéje



3. ábra Az Északi-völgy forrásterülete: A – áttekintő űrfelvétel; B – a térség többi vízfolyásának torkolata is a csúcsrégió felé orientálódik (piros nyilak)

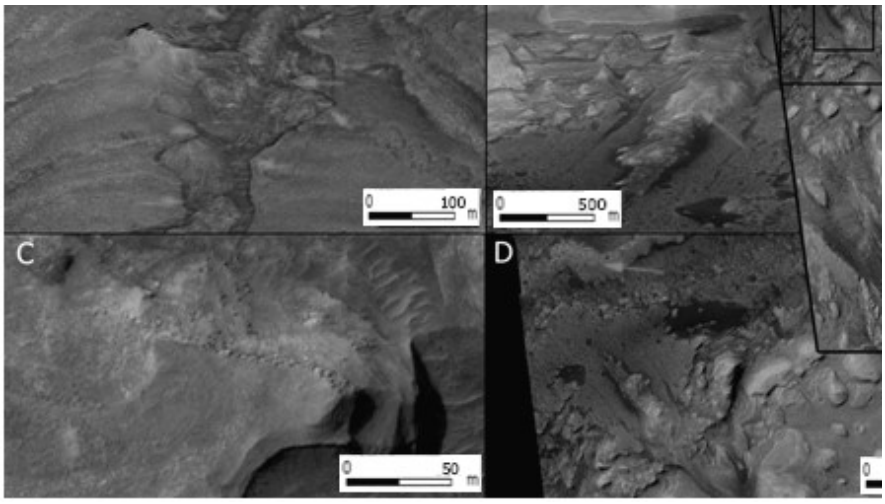
amely fokozatosan egy kipreparált gerincbe megy át, geomorfológiai inverzió következtében (*4/A-B. ábra*). Ez a torkolathoz érkezve szétágazik, elkeskenyedik és lealacsonyodik. A torkolatnál egy alluviális legyezőhöz hasonló forma rajzolódik ki: tulajdonképpen egy alacsonyabb helyzetű rétegtani egység, amelyet a rátelepült folyóvízi üledék védett meg a lepusztulástól.

Az egykori folyóvízi üledék pereme erősen erodálódik, a szélerózió és az intenzív aprózódás folyamatos hátrálásra készteti a diagenizált hordalékanyagot a völgyfő irányába (*4/C. ábra*). Az egykori alluviális legyező kiterjedésére utal továbbá egy, a torkolat előtt húzódó kipreparált agyaggerinc is, amely a legyező alakjának megfelelően deformálódott a hegység előterében (*4/D. ábra*).

Jelenleg tehát nem a tényleges alluviális legyező figyelhető meg, hanem az általa megóvott, a hegyperem mentén máshol is látható alsóbb helyzetű réteg, amely így megőrizte a delta egykori alakját. Ennek sztratigráfiai bizonyítéka, hogy a hegyláb különböző pontjain szintén megtalálható ez a rétegtani egység azonos kőzettani és morfológiai tulajdonságokkal.

Felszíni anyagösszetétel

A CRISM (Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars) spektrométer két különböző érzékelőből áll: az egyik a közeli (370-1050 nm),



4. ábra Az Északi-völgy részei:
A) – üledékkel részlegesen feltöltött, meanderező szakasz;
B) – geomorfológiai inverzió során kipreparált üledékes gerinc;
C) – alluviális legyező intenzíven pusztuló pereme;
D) – alluviális legyező növekedése által deformált agyaggerinc

a másik pedig a távoli (1050-3920 nm) infravörös hullámhossz-tartományt fedi le, összesen 544 spektrális sávban (Pelkey, S. M. et al. 2007).

Várakozásainkkal ellentétben a mintaterületről csak négy olyan felvétel áll rendelkezésre, amelyben a közeli és a távoli hullámhossz-tartományok sávjai egyaránt megtalálhatók – ezért a felszíni anyagösszetétel részletes vizsgálatát ezek felhasználásával végeztük el (azonosítóik: 0000b6f1, 0002037a, 0000c0ef, 0000c518).

Az elérhető adatok atmoszférikusan, radiometriailag és térbeli elhelyezkedés szempontjából is korrigálatlanok, ezért előfeldolgozásukra volt szükség, amit az ENVI CAT szoftver segítségével végeztünk el.

Ennek egyik célja a smiley-hatás kiküszöbölése volt, vagyis annak megszüntetése, hogy az érzékelt hullámhossz egy sávban a kép közepétől a széléig növekedjen. Atmoszférikus korrekciót is végeztünk, amihez (a Földön szokásostól eltérő módon) főként CO_2-re optimalizált légköri modelleket használtunk. Az előfeldolgozás utolsó lépése pedig a zajcsökkentés volt.

Az eredmények közül az alábbiakban négy spektrális indexet mutatunk be (*5. ábra*). Az OLINDEX az olivin-tartalmat, az LCPINDEX a piroxének, a BD1900 a hidratált ásványok, a BD3100 pedig a felszíni törmelékben kötött H_2O-jég mennyiségét jellemzi (Pelkey, S. M. et al. 2007).

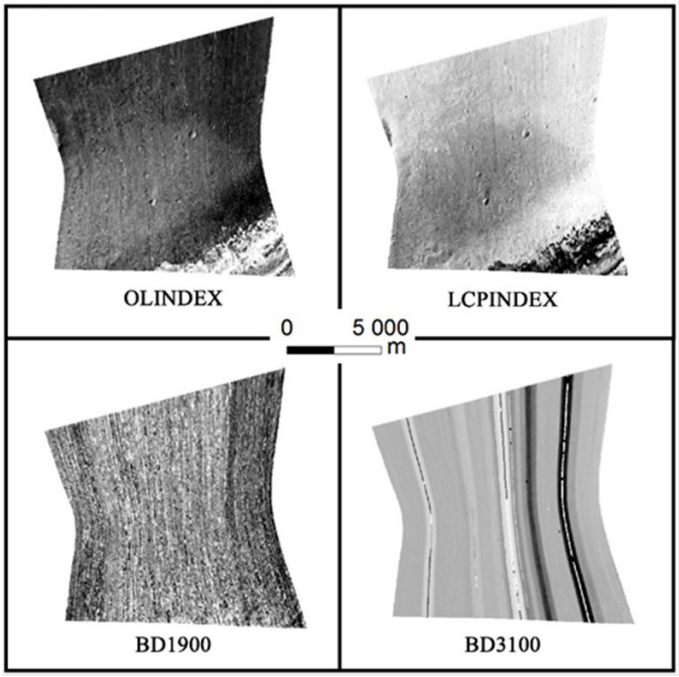
Jól látszik, hogy a felvétel délkeleti részén húzódó sötét homokdűnetérség (amit a Curiosity nyugat felől kikerül gurulása közben) olivinben gazdagabb, piroxénben viszont szegényebb. Ez alátámasztja a dűnék bazaltos összetételére utaló elméleteket, vagyis eredetük különbözik a kráter aljzatát kitöltő üledékes rétegekétől (Pelkey, S. M. et al. 2004). A Curiosity ezt ChemCam nevű spektrofotométeres műszerének közvetlen terepi méréseivel is igazolni tudta, megerősítve a CRISM méréseit (Lane, M. D.–Christensen, P. R. 2013).

A BD1900- és BD3100-indexek (BD1900 = 1857 nm-2067 nm; BD3100 = 3000 nm-3250 nm) hullámhosszai viszont az előfeldolgozás után is túlságosan zajosak maradtak, így a terület hidratált ásvány-, illetve fagyott H_2O-tartalmáról ez a módszer sajnos nem szolgáltatott megbízható adatokat.

Fejlődéstörténeti következtetések

Az Északi-völgy kialakulása akkor vehette kezdetét, amikor az Aeolis-hegy már szárazulattá vált, tehát semi-arid vagy arid környezetben, mivel a vonulat legfelső, már szél által felépített rétegeibe is bevágódott.

Forrásterülete bizonytalan, de minden bizonnyal a hegység központi



5. ábra A négy spektrális index ábrázolásán a világosabb árnyalatok a magasabb értékeknek felelnek meg (a felvételek még előfeldolgozás után is nagyon zajosak)

kiemelkedésének környezetében keresendő, mert a hegyoldalba vágódott többi völgy is erre orientálódik. Az Északi-völgy fluviális felszínformálása periodikusan mehetett végbe, a múltbeli globális környezetváltozásoknak megfelelő ütemben.

A mai forrásterületnél látható kráter, illetve a felső szakasz nyugati völgyfalán megfigyelhető nagyméretű csuszamlás is okozhatott potenciális felújulásokat, tehát a klíma mellett a külső erők által vezérelt folyamatok is befolyásolták a vízfolyás működését.

A folyóvölgy kialakulása és periodikus aktivitása a bolygó tengelyferdeségének ingadozásával is összefüggésben lehetett. Ugyanis amikor a területet kisebb besugárzás érte, a központi csúcs környezetében és a felszín alatti rétegekben jég halmozódhatott fel, később viszont a tengelyferdeség változásával együtt járó besugárzás-növekedés hatására ezek a jégkészletek megolvadtak és létrejöttek a hegyoldalba vágódott folyóvölgyek. Az újabb lehűlések során ismét a periglaciális felszínformálás, a jégfelhamozódás és az eolikus akkumuláció került előtérbe, a következő fluviális periódusig. Ez utóbbi időszakokban – az ásványtani adatok szerint – tiszta víz helyett inkább sóoldatok folyhattak a völgy térségében.

Az vízfolyás utolsó felújulása óta a szél erodáló és akkumuláló hatása, valamint a tömegmozgások formálják a területet. A völgyet kitöltő üledék spektrális képe alapján olivin- és piroxén-tartalmú homok halmozódott fel a mederben, ami vulkanikus eredetű anyag és valamelyik, a kráter közelében elhelyezkedő vulkáni régióból szállíthatta ide a szél.

Az Északi-völgy mentén futó éles, jardangokhoz hasonló formák is leginkább a széleróziónak köszönhetően alakultak ki. Azonban nem zárható ki, hogy a környezetében ma is találhatók jégtartalmú rétegek a felszín alatt, amelyek a globális környezeti viszonyok változása esetén a jövőben esetleg ismét felújíthatják a vízfolyás működését.

Mindezek alapján elmondható, hogy térinformatika által nyújtott széleskörű elemzési lehetőségek segítségével sikerült részletesen feltárni az Északi-völgyre jellemző morfológiai, valamint ásványtani sajátosságokat. Ezekre az ismeretekre támaszkodva pedig rekonstruálható a Gale-kráter ősi környezete, ami tovább pontosíthatja a Mars fejlődéstörténetére és múltbeli lakhatóságára vonatkozó modelleket, illetve hipotéziseket.

Köszönetnyilvánítás

Kutatási tevékenységemet az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatja, amit ezúton is köszönök! (S. A.)

Felhasznált irodalom

Lane, M. D.–Christensen, P. R. (2013): Determining olivine composition of basaltic dunes in Gale Crater, Mars,from orbit: Awaiting ground truth from Curiosity, Geophysical Research Letters, vol. 40, DOI:10.1002/grl.50621.

Pelkey, S. M.–Jakosky, B. M.–Christensen, P. R. (2004): Surficialproperties in Gale Crater, Mars from Mars Odyssey THEMIS data, Icarus, vol. 167, pp. 244–270.

Pelkey, S. M.–Mustard, J. F.–Murchie, S.–Clancy, R. T.–Wolff, M.–Smith, M.–Miliken, R.–Bibring, J.-P.–Gendrin, A.–Poulet, F.–Langevin, Y.–Gondel, B. (2007): CRISM multispectral summary products: Parameterizing mineral diversity on Mars from reflectance, Journal of Geophysical Research, vol. 112, E08S14, DOI: 10.1029/2006JE002831.

Sik A. (2013): Web-alapú térinformatikai alkalmazások a bolygókutatásban. Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában IV. Konferencia és Szakkiállítás, Debrecen, pp. 367-372.

Sik A. (2014): QGIS Server és QGIS Web Client szoftverkörnyezetben készített webtérkép-alkalmazás a marsi Gale-kráterről. Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában V. Konferencia és Szakkiállítás, Debrecen, pp. 307-315.

A terepfelszín mint függvény elemzésének lehetőségei

Nagy Gábor

Óbudai Egyetem, Alba Regia Műszaki Kar, Geoinformatikai Intézet; nagy.gabor@amk.uni-obuda.hu

Abstract: The surface of the digital elevation models are considered as a function of two variables, which can be used by mathematical tools. This article summarizes these mathematical formulas with unified symbols. In another part of this article introduces a new method to analyse the structure of the terrain by azimuth based Fourier series.

Bevezetés

A domborzatmodellek (és minden más felületmodell) egy megközelítésben egy kétváltozós függvénynek tekinthető, amely a vízszintes helyzet függvényében meghatározza a magasságot. Ezt a függvényt a matematika megszokott eszközeivel kezelve kaphatjuk meg a domborzat különféle jellemzőit.

Ebben a cikkben több forrásra támaszkodva, egységes jelöléseket használva foglalom össze azokat a matematikai összefüggéseket, amelyekkel a kétváltozós függvénynek tekintett domborzat különféle tulajdonságait tudjuk kiszámítani. A cikkben javaslatot teszek újabb, a domborzat jellemzésére használható módszerekre is.

Pontonként számítható számszerű jellemzők

A cikk első két szakaszában a domborzat pontonként változó tulajdonságait foglalom össze.

Amennyiben a domborzat egy pontját akarjuk jellemezni, a levezethető jellemzők megadásához a legegyszerűbb a domborzatot egy kétváltozós függvénynek tekinteni, így azt matematikai eszközökkel tudjuk a továbbiakban kezelni. Ha a domborzat egy kétváltozós függvény, akkor a terepfelszín magasságát egy pontban a következő módon írhatjuk fel:

$$h = f(x, y)$$

Ennek a felületnek kiszámíthatjuk az x illetve y irányú deriváltjait, amelyeket többféleképpen is szokás jelölni (én a továbbiakban a p és q jelölést fogom használni) és együttesen a gradiensvektort adják:

$$\nabla f = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f'_x \\ f'_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p \\ q \end{bmatrix}$$

Az esésvonal iránya ellentétes lesz a gradiensvektor irányával. Irányszögére igaz a következő összefüggés:

$$\delta_{max} = \arctan\left(\frac{-q}{-p}\right)$$

A gyakorlatban ez a $-p$ és $-q$ koordinátakülönbségekhez tartozó irányszög számítását jelenti. Ez legtöbb programozási nyelvben az atan2 függvény segítségével oldható meg a legegyszerűbben, ami a $-p$ és $-q$ értékek előjeleiből kikövetkezteti a helyes szögnegyedet és a $p = 0$ esetet is megfelelően kezeli. A ponton átmenő szintvonal iránya az esésvonal (illetve a gradiensvektor) irányára merőleges:

$$\delta_0 = \delta_{max} \pm 90^\circ$$

A legnagyobb terepesést a gradiensvektor hossza adja meg:

$$g_{max} = |\nabla f| = \sqrt{p^2 + q^2}$$

Egy a ponton átmenő tetszőleges irányhoz (jelölése: δ) tartozó terepesést is ki lehet számítani:

$$g_\delta = g_{max} \cdot \cos(\delta - \delta_{max}) = -p \cdot \cos\delta - q \cdot \sin\delta$$

Számítani lehet egy megadott terepeséshez tartozó irányszöget is, feltéve hogy $|g| \leq g_{max}$, vagyis ez a terepesés nem nagyobb legnagyobb terepesésnél:

$$\delta_g = \arccos\frac{p \cdot g \pm \sqrt{g_{max}^2 - g^2}}{g_{max}^2} = \arccos\frac{p \cdot g \pm \sqrt{p^2 + q^2 - g^2}}{p^2 + q^2}$$

Az arkusz koszinusz függvénynek több lehetséges értéke is lehet, ezek mindegyikéhez egy-egy olyan irányszög tartozik, amelyben a terepesés értéke a keresett érték. A fenti képletekben g betűvel, illetve annak különféle alsó indexes változataival jelölt mennyiségek helyett a terepviszonyok kifejezésére használhatjuk a lejtőszöget is. A kétféle mennyiség között a következő összefüggések segítségével nyílik lehetőségünk az átszámításra:

$$\alpha = \arctan g$$

$$g = \tan\alpha$$

A felület görbületi viszonyainak leírásához már a második deriváltakra is szükségünk van. Ezeket általában az ún. Hesse-mátrixban szokás megadni:

$$\nabla^2 f = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} & \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r & s \\ s & t \end{bmatrix}$$

A továbbiakban a fent is használt r, s és t jelöléseket fogom alkalmazni ezekre a mennyiségekre. A felület legnagyobb és legkisebb görbülete a következő képletekkel számítható:

$$\lambda_{1,2} = \frac{r + t \pm \sqrt{(r+t)^2 + 4(rt - s^2)}}{2}$$

A legnagyobb görbület irányát a következő módon kapjuk meg:

$$\delta_{cmax} = \frac{1}{2} \cdot \arctan \frac{2s}{r - t}$$

A legkisebb görbület iránya erre merőleges.

A domborzat egyszerű jellemzőit számítani tudjuk a fenti képletekben h, p, q, r, t és s betűkkel jelzett jellemzők ismeretében, vagyis ha meg tudjuk állapítani a domborzatnak mint kétváltozós függvénynek a behelyettesítési értékét (a magasságot) valamint az első és második differenciálhányadosait. Akár síkokat is használhatunk a domborzatmodell alapelemeinek, a behelyettesítési érték (h) és az első differenciálhányadosok (p és q) értékeire használható számokat kapunk, a magasságot és a lejtésviszonyokat ebből megfelelően ki lehet számítani.

Amennyiben a terepfelszín görbületét vagy egyéb a második differenciálhányadosoktól (r, t és s) függő jellemzőket akarunk tanulmányozni, már semmiféleképpen sem megfelelő a síkok alkalmazása, mert a sík minden pontjában r = t = s = 0, így a görbületre vonatkozó információhoz nem juthatunk. Akár matematikai összefüggések nélkül is könnyen belátható, hogy síkokkal nem lehet görbületi viszonyokat modellezni. A bilineáris felület sem alkalmas a görbületi viszonyok tanulmányozására, mert két irányban is mindig egyenes a keresztmetszete. Ezeknek a jellemzőknek a meghatározásához ilyen esetekben magasabb fokú felületeket kell alkalmazni.

GRID háló esetében a háló egy négyzetén belül a négy sarokpontra illeszkedő bilineáris felülettel lehet dolgozni, vagy a négyzetet egy átlója mentén két háromszögre lehet bontani, amelyre az előzőekben bemutatott módon lehet síkot illeszteni.

A bilineáris felület illesztése során a vizsgált pontot tartalmazó négyzet négy pontjából indulunk ki. Vesszük a négyzet két párhuzamos oldalát, majd lineáris összefüggésekkel számítjuk annak a pontnak a magasságát, amelyek a vizsgált pont merőleges vetületeiben helyezkednek el, vagyis a szakaszok változó koordinátái vizsgált pont kérdéses koordinátájával egyeznek meg. A következő lépésben az így kapott két pont között egy hasonló lineáris interpolációval számíthatjuk ki a vizsgált pont magasságát.

Egy szakaszon belül egy a szakaszt két kisebb szakaszra osztó pont magasságát (vagy bármelyik más koordinátáját) úgy lehet számítani, hogy a végpontok magasságainak vesszük a szemben lévő részszakaszok hosszaival súlyozott számtani közepét. Egy egységnyi oldalhosszúságú négyzettel dolgozva (vagy egy egyszerű osztással ilyenre áttérve) a 0 és 1 közötti értékeket felvehető px-el és py-al jelölhetjük a vizsgált pont helyzetét, a négy rácspont magasságát pedig a $H_{0,0}$, $H_{0,1}$, $H_{1,0}$ és $H_{1,1}$ jelölésekkel. A vizsgált pont magassága így:

$$H = H_{0,0}\,(1-p_x)\,(1-p_y) + H_{0,1}p_x\,(1-p_y) + H_{1,0}\,(1-p_x)\,p_y + H_{1,1}p_xp_y$$

A műveleteket mindegy milyen sorrendben végezzük (a négyzet melyik két párhuzamos oldalával kezdünk), ugyanazt az eredményt kapjuk. Ha a vizsgált ponton keresztül húzott, a rácsháló vonalaival párhuzamos két vonallal a rácsháló négyzetét négy részre bontjuk, az egyes rácspontok magasságainak a velük szemben elhelyezkedő negyed területével súlyozott számtani közepe lesz a bilineáris felület magassága a vizsgált pontban.

Ha GRID modell egy négyzete felé magasabb fokú polinomok segítségével akarunk egy felületet meghatározni, akkor néhány további szomszédos pont bevonására is szükségünk van.

Az előző alkalommal 0 és 1 indexekkel jelölt rácspontok mellett a szomszédos -1 és 2 sorszámmal jelölhető indexű, vagy akár még további elemekre is szükség van.

TIN modellek esetén (Mélykúti 1993) megad egy módszert, aminek a segítségével a modell egyes háromszög elemeihez egymáshoz simuló felületeket adó harmadfokú polinomokat határozhatunk meg. Ezeknek a polinomoknak az együtthatóiból a továbbiakban már szintén levezethetőek a kívánt differenciálhányadosok értékei.

Pontonként számítható tulajdonságokból származtatható jellemzők

A gyakorlatban a terep pontjainak lejtésviszonyainak jellemzéséhez nem közvetlenül a gradiensvektort és a belőle származtatható egyéb geometriai adatokat használják, hanem az esésvonal irányából és a terepesés értékéből kategóriába sorolással képeznek jellemzőket, a lejtőkategóriát és a kitettséget. A lejtőkategória meghatározásához az alábbi táblázat szerint sorolják be a területeket a százalékban kifejezett lejtés alapján névvel és (római) számmal is jelzett kategóriákba az *1. táblázatban* bemutatott módon.

A táblázatban található kategóriákat a mezőgazdasági művelés szempontjai szerint állapították meg. Azért tekintjük az 5% alatti lejtésű

területeket síknak, mert a tapasztalatok szerint ezeken a helyeken az erózió még nem jelentős. Az V. kategóriába tartozó (meredek) területek mezőgazdasági művelésre már nem alkalmasak.

A terep lejtésének iránya alapján is kategóriákba sorolhatjuk egy

1. táblázat A lejtőkategóriák

lejtőkategória	lejtés	minősítés
I.	5%-ig	sík
II.	5% és 12% között	enyhén lejtős
III.	12% és 17% között	lejtős
IV.	17% és 25% között	enyhén meredek
V.	25% felett	meredek

2. táblázat A kitettség

az esésvonal irányszöge	égtáj	kitettség
0° és 67° valamint 338° és 360° között	É, ÉK	III.
68° és 157° között	K, DK	II.
158° és 247° között	D, DNY	I.
248° és 337° között	NY, ÉNY	II.

terület pontjait. A nem sík területek kitettségének megállapítása az esésvonal irányszöge alapján történik, a *2. táblázat* szerint.

Ez a beosztás szintén a növényzet igényeihez és a mezőgazdasági hasznosíthatósághoz kapcsolódik, és ebben a formában a Föld északi féltekére érvényes. A kategóriák közötti választóvonalak nem a 45° + k•90°-os irányokban vannak, hanem ahhoz képest 1⁄16-od körívnyivel (vagyis 22,5°-al) elforgatva, a 67, 5° + k•90 °-os irányokban.

Terepszerkezeti formák felismerésének klasszikus módszerei

A terep különféle jellegű pontjainak besorolására többféle módszer létezik. A következőkben a (Sárközy 1986) alapján két közismert eljárást is be fogok mutatni, majd javaslatot teszek egy további módszerre.

Egy megfelelően megválasztott r sugarú kör mentén 15 fokonként kiszámítjuk a terep magasságát, majd képezzük az egymással ellentétes pontokat összekötő szakaszok felezőpontjának és a vizsgált pontnak a magasságkülönbségeit. Ezt követően megszámoljuk, hogy ezek között a magasságkülönbségek között mennyi olyan pozitív (N +) illetve negatív (N

−) érték van, aminek abszolút értéke meghalad egy meghatározott érdességi tényezőt (E). Ha N + és N − értéke is nulla (minden magasságkülönbség az E érdességi tényező értékén belül volt), akkor a pontot sík területnek tekintjük. Ha az összes magasságkülönbség pozitív vagy negatív volt, akkor a pont mélypontnak vagy kúpnak minősül. Ha N + = 0 és N − > 0, akkor a pont gerincvonalra, a fordított esetben (N − = 0 és N + > 0) pedig völgyvonalra esik. A többi (az előbbi szabályok szerint még nem besorolt) pontot lejtőnek tekintjük.

A módszer alkalmazásakor fontos a r sugár és az E érdességi tényező helyes megválasztása. Kisebb sugár mellett a szerkezeti vonalak megszakadhatnak, nagyobb sugár esetén pedig sávvá szélesedhetnek. A módszer a nyeregpontokat nem sorolja külön kategóriába.

Egy másik módszert alkalmazva a ponttal azonos középpontú r sugarú kör mentén haladva képezni kell a kerületi pontok és vizsgált pont magasságkülönbségeit. Az így kapott számsorból számítani kell a pozitív (S +) és a negatív (S −) elemek összegét, meg kell számlálni a negatív elemek számát (L) valamint azt, hogy a kör mentén haladva az érték hányszor változtatja meg az előjelét (N).

Ha a pont magasabban van valamennyi a környezetében található ponttól, akkor kúppont, ha alacsonyabban, akkor mélypont. Amennyiben S + és S − abszolút értékeinek összege nem lép túl egy E + küszöbértéket, a területet síknak tekintjük. Ha a pont környezetében a pozitív értékek jellemzőek akkor völgyvonalra, ha a negatívak, akkor gerincvonalra esik. Amennyiben a pozitív és a negatív értékek száma azonos, akkor az előjelváltások számát (N) kell megvizsgálni. Amennyiben N = 2, a pont lejtőnek tekinthető, ilyenkor a magasságkülönbségek görbéje periodikusan egy hullámot ír le. Ha N = 4, akkor a pont nyeregpont, az előbbi görbe ilyenkor két hullámot is leír egy periódus alatt.

Terepszerkezeti formák felismerésére Fourier sorokkal

Az előzőekben bemutatott módszereket továbbgondolva adódik a lehetőség arra, hogy az r sugarú kör mentén a ponthoz képest meghatározott magasságkülönbségekre egy másodfokú Fourier-sort írjunk fel az irányszög függvényében, és ennek paramétereiből próbáljuk meg eldönteni a pont jellegét. A sor paramétereiből ugyanis minden a korábbi módszerben a pont besorolásához használt jellemző kiolvasható.

Egy f(x) függvényt a következő módon közelíthetjük egy N-ed fokú Fourier-sorral:

$$f(x) \sim s_N(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{i=1}^{N} (a_i \cos(ix) + b_i \sin(ix))$$

ahol az összesen 2N + 1 darab, a_i-vel és b_i-vel jelölt együtthatók értékeit a következő módon számíthatjuk:

$$a_i = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos(ix)\, dx$$

A fenti közelítő módszert alkalmazhatjuk a vizsgált ponttól r távolságban található, egymástól δ irányszögük alapján megkülönböztethető pontoknak a vizsgált ponthoz viszonyított magasságkülönbségére vagy magasságaira is. A Fourier-sor együtthatói ekkor a következő módon számíthatóak az x, y koordinátákkal megadható pont r sugarú környezetére:

$$a_i = \frac{1}{\pi} \int_{0^\circ}^{360^\circ} (h(x + r\sin\delta, y + r\cos\delta) - h(x,y)) \cos(i\delta)\, d\delta$$

$$b_i = \frac{1}{\pi} \int_{0^\circ}^{360^\circ} (h(x + r\sin\delta, y + r\cos\delta) - h(x,y)) \sin(i\delta)\, d\delta$$

A gyakorlatban az integrálás helyett M számú pontban számított értékek összegzését végezzük. Az együtthatók számítása így a következő összefüggésekkel történik:

$$a_i = \frac{2}{M} \sum_{j=0}^{M-1} \left(\left(h\left(x + r\sin\frac{2\pi j}{M}, y + r\cos\frac{2\pi j}{M} \right) - h(x,y) \right) \cos\left(i\frac{2\pi j}{M} \right) \right)$$

$$b_i = \frac{2}{M} \sum_{j=0}^{M-1} \left(\left(h\left(x + r\sin\frac{2\pi j}{M}, y + r\cos\frac{2\pi j}{M} \right) - h(x,y) \right) \sin\left(i\frac{2\pi j}{M} \right) \right)$$

Az a_0 együttható értéke azt fejezi ki, hogy a pont mennyivel van átlagosan magasabban vagy alacsonyabban a környezeténél. Az a_1 és b_1 együtthatók értékeiből a felület dőlésére lehet következtetni. Ha az a_2 és b_2 együtthatók értékei jelentősek, akkor abból arra következtethetünk, hogy a pont egy nyeregpont.

Az r sugár értéke különféle lehet, ami különböző a_i és b_i értékeket eredményezhet, amelyek így r függvényében értelmezhetőek. Lehetőségünk van ai és bi értékeket tetszőleges számú és értékű r mellett kiszámítani, majd az eredményekre egy N-ed fokú polinomot illeszteni, aminek eredménye a $c_0 + c_1 r + c_2 r^2 + ... + c_M r^M$ módon N + 1 adattal adható meg. Egy M-ed fokú Fourier-sor paramétereinek N-ed fokú polinommal való kifejezése így összesen (2M + 1)(N + 1) adatot jelet. Ezek az adatok megadják a domborzat közelítő leírását

egy pont környezetében.

A vizsgálatot fordítva is el lehet végezni. Egy pontból kiindulva különféle irányokban egy-egy N-ed fokú polinommal írjuk le a felület függőleges metszeteit, majd ezeknek a polinomoknak a paramétereire írunk fel Fourier-sorokat a metszet irányszögének függvényében. Ennek a megoldásnak az a hátránya, hogy a polinomok az r = 0 esetben az irányszög (δ) függvényében különböző értékeket vehetnek fel, így a felület nem lesz folytonos, ezért részletesebben nem is foglalkoztam ezzel a módszerrel.

Összefoglalás

A domborzatmodellek által meghatározott felületeket egy kétváltozós függvénynek tekintve a függvény értékét (h) valamint első (p, q) és második (r, t, s) deriváltjait felhasználva ki tudjuk számítani a domborzat legtöbb pontonként változó jellemzőjét. Ezek vagy számszerű geometriai tartalommal rendelkeznek (a terep magasság, a terep lejtésének nagysága és iránya, a terep görbülete), vagy pedig ilyen jellemzőkből kategorizálással illetve összetettebb feltételekkel származtathatóak (lejtőkategória és kitettség).

A cikk második felében bemutatott módszerrel kapott együtthatók (a_i és b_i) hasznos eszközök lehetnek a terepszerkezeti formák felismerésében és a domborzat egyes pontjainak jellemzésében is.

Felhasznált irodalom

Elek I. (2004): Domborzati modellek és a mintavételi tétel I. rész, GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA 10/2004

Elek I. (2004): Domborzati modellek és a mintavételi tétel II. rész, GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA 11/2004

Kertész, Á.–Márkus, B. (1992): GIS applications Geomorphology and in Geomorphological Mapping, Geol. Jahrbuch. Hannover, 1992. pp. 381-387.

Márkus, B. (1986): Terrain analysis in consideration of surface curvature conditions, Per. Pol.Civil Engineering, Bp., 1986/1-2.

Márkus, B.–Molnár, T. (1984): Terrain description by cluster analysis, BME Newsletter, Bp., 1984/1.

Mélykúti G. (1993): Geoinformatika és a digitális felületmodell kapcsolata, Kandidátusi értekezés

Nagy, G. (2014): Interpolation methods for digital elevation models, 9th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas – AIS2014., Székesfehérvár, pp. 72-74. (ISBN:978-615-5460-21-0)

Peucker, T. (1978): The Triangulated Irregular Network. Proc. of the Digital Terrain Models (DTM) Symposium, St. Louis, 516-540.

Sárközy F.–Márkus B. (1986): Geodéziai AMT, Tankönyvkiadó, Budapest

A környezeti igazságtalanságok feltárásának térinformatikai módszerei

Nagy Gyula[1] – Boros Lajos[2]

[1] egyetemi tanársegéd, Szegedi Tudományegyetem, Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék, gynagy@geo.u-szeged.hu
[2] egyetemi adjunktus, Szegedi Tudományegyetem, Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék, borosl@geo.u-szeged.hu

Abstract: Environmental justice and injustice are two interrelated concepts which help us to understand and describe environmental elements of quality of life of individuals and communities. Our study aims to overview the concept of environmental injustice and to present how geoinformatics can contribute to the analysis of environmentally unjust situations. Researching environmental injustice has a special background in post-socialist countries because of the environmental, social and industrial policy of those countries in the decades of socialist era. Besides the conceptual overview the paper presents the spatiality of some environmental processes and the related injustices.

Bevezetés

A környezeti igazságtalanságok kutatása Nyugat-Európában és az Amerikai Egyesült Államokban egyre népszerűbbé vált az elmúlt évtizedekben. Ugyanakkor a posztszocialista országokban viszonylag kevés figyelem irányult a környezeti állapothoz kapcsolódó igazságtalanságokra, pedig a szocializmus évtizedeinek sok esetben ideológiai alapon meghatározott, felületes ipar-, társadalom- vagy környezeti politikája számos ilyet hozott létre. Ennek következtében sajátos, posztszocialista igazságtalanságok alakultak ki, melyeknek sajátos térbeliségük is van.

Tanulmányunk célja kettős. Egyrészt törekszik a környezeti igazságtalanság értelmezési lehetőségeinek bemutatása, másrészt arra, hogy néhány mutatócsoport segítségével bemutassuk, hogyan vizsgálható térinformatikai módszerekkel a potenciális igazságtalanságok és a kapcsolódó folyamatok térbelisége. A példaként bemutatott folyamatokat a KSH TEIR adatbázisának adatai alapján PSPP programmal történő statisztikai adatfeldolgozás után QGIS program segítségével ábrázoltuk.

Fogalmi kérdések: igazságos és igazságtalan környezeti helyzetek

A környezeti igazságosság koncepciója szerint minden embernek egyenlő bánásmódban és lehetőségekben kell részesülnie függetlenül faji, vallási, identitásbeli hovatartozásától a környezetüket érintő döntések, szabályozások,

szakpolitikák meghatározásakor (Walker, G. 2012, Bullard, R. 1994) és biztosítani kell nekik az élhető, biztonságos, egészséges környezetet.

Azonban ez az elv általában nem érvényesül, hiszen egyes társadalmi csoportok hátrányos helyzetben vannak bizonyos természeti, társadalmi-gazdasági folyamatok vagy események hatására. Ekkor alakulnak ki a környezeti igazságtalanságok. Az igazságtalanságot kiváltó folyamatok vagy események eltérően érintik és alakítják a természeti, valamint a társadalmi környezetet, mindemellett térben is differenciáltan jelentkeznek. Számos kutatás foglalkozik az igazságtalanság térbeliségével (Nagy E. et al. 2015, Fabula Sz. 2013, Pál V–Boros L. 2010) A környezeti igazságtalanság egyrészt egy olyan folyamat, mely a társadalmi csoportokat negatívan érinti (árvíz, légszennyezés, hulladéklerakás), másrészt egy olyan állapot is, mely az előbb említett egyenlő bánásmód, jogalkotási és döntéshozási folyamat hiányát vagy elégtelen beteljesülését jelenti (Nagy Gy. 2012, Williams R. W. 1999).

Számos szakirodalom megállapította, hogy leggyakrabban a környezeti igazságtalanságok a legszegényebb, legkiszolgáltatottabb, kisebbségi helyzetű társadalmi rétegeket, csoportokat érintik a legjobban (Braubach M. 2011, Braubach, M–Fairburn J. 2010, Soja, E. 2010, Higgs, G.–Langford, M. 2009, Newton, D. E. 2009, Cuttler, S. L. 2002, Bullard, R. 1994, Bullard, R. 1990). Külföldi, főként Egyesült Államokbeli szakirodalom a kialakult igazságtalanságokat szoros összefüggésbe hozza az etnikai, illetve faji hovatartozással, vagyis a kialakult helyzet egy társadalmi dimenzió mentén kerül értékelésre. Ezeket faji alapú környezeti igazságtalanságoknak (race-based environmental injustices) nevezik (Higgs, G.–Langford, M. 2009, Cuttler S. L. 1996, Bullard, R. 1990), melyek függetlenül a kialakult igazságtalanság típusától (árvíz, szennyezett ivóvíz stb.) fennállhatnak, feltárásuk és interpretációjukhoz elengedhetetlen a társadalmi dimenzió.

Mindemellett helytelen lenne azt állítani, hogy a hátrányos vagy kisebbségi helyzet egyértelműen igazságtalansághoz vezethet, és hogy minden igazságtalanság faji alapokra vezethető vissza. Ahogyan az a megállapítás sem állja meg a helyét, hogy egy természeti folyamat, mint például egy árvíz vagy hurrikán rasszista lenne és szándékosan csak a kisebbség vagy az alacsonyabb társadalmi státuszúak által lakott területeket érintené. Sok esetben az, hogy a természeti katasztrófák egy társadalmilag-gazdaságilag hátrányos térséget érintenek csupán véletlen egybeesés. Azonban mindez felhívja a figyelmet arra, hogy az igazságtalanságot előidéző természeti-társadalmi folyamatok alapvetően differenciáltan jelennek meg, mely sajátos térbeliséggel is jellemezhető. Valójában az igazságtalan folyamatok során és események után

kialakult környezeti igazságtalanságok hátterében a fennáló hatalmi rend, a társadalmi és gazdasági szerkezet egyenlőtlenségei állnak.

Ezek egy része a már az igazságtalan állapot előtt kialakult, úgynevezett ex ante igazságtalanságok, melyek az igazságtalan folyamat által válnak igazságtalan helyzetté. A közismert, Kolontárt, Devecsert és Somlóvásárhelyet érintő vörösiszap-katasztrófa ex ante igazságtalanság. A szakértői vizsgálatok megállapították, hogy a tározó átszakadása több éven keresztül soroztosan elkövetett szakmai hibák és fennálló környezetvédelmi joghézag következménye. A tározó átszakadása részben a véletlen (természeti, időjárási viszonyok), részben pedig a szándékos jogmegkerülés következménye, tehát egy időben tartósabb folyamaté.

A környezeti igazságtalanságok azonban nem mindig hosszas folyamat eredményeként alakulnak ki. Ezekben az esetekben főként a véletlen és a kiszámíthatatlan események játszanak szerepet. Az ex post, vagyis az utólagosan, az igazságtalan esemény után kialakult igazságtalan folyamatokat, az ex ante igazságtalanságoktól több jellegzetesség is elkülöníti. Az egyik fő különbség az időbeliség. Míg az ex ante igazságtalanságok hosszabb folyamat vagy folyamatok eredményei, melyek csupán egy esemény által indukálódtak, addig az ex post igazságtalanságok kevésbé folyamatok, mint inkább rövid idő alatt bekövetkező, gyors események eredményeként jönnek létre. A másik fontos különbség, hogy az ex ante igazságtalanságok hátterében és kialakulásában gyakran szándékosság, a joghézagok, az egyenlőtlen helyzet tudatos kihasználása vagy kiépítése. megszilárdítása áll. Ezzel ellentétben az ex post igazságtalanságok kialakulásának esetén az igazságtalan állapot legtöbb esetben a véletlen, kiszámíthatatlan jövő (Rechnitzer, J. 2011) műve, tehát nem döntések sorozatának vagy lobbitevékenységnek a negatív végerdménye. Az igazságtalan helyzet többnyire az eseményt követően, annak hatására alakul ki, bizonyos jogi, hatalmi és érdekérvényesítési anomáliák hatására (Maantay, J.–Maroko, A. 2009). Az ex post igazságtalanság egyik példája lehet a hirtelen bekövetkező természeti katasztrófák okozta igazságtalanságok. Ezen katasztrófák kialakulásáért nem az adott politikai struktúra vagy társadalmi rend okolható, mégis bekövetkeztük után igazságtalan helyzet alakul ki, mely például a katasztrófa közbeni elégtelen tájékoztatásból, az azt követő nem méltányos és igazságos kompenzációból vagy kártérítésből adódhat.

Ahogy az az előbb leírtakból kiderül mind az ex ante és ex post igazságtalanságok esetében kiemelt szerepe van az érdekérvényesítő képességnek, a társadalmi státusznak, hiszen a legfőbb politikai befolyással, érdekérvényesítő képességgel rendelkezők aktívan alakíthatják az eseményeket (Nagy, Gy – Boros, L. 2012, Soja, E. W. 2010). A környezet átalakulása

politikai és hatalmi tartalommal telítődik, mely beágyazódik egy társadalmi, kulturális, politikai és gazdasági viszonyredszerbe (Kováts B. 2013). Az így létrejövő terek léptékeken átívelő hasonlóságokat mutathatnak, melyet térben és adott kontextusban szükséges értelmezni. Azok, akik hátrányosabb helyzetűek, sem a igazságtalanságot kialakító folyamatokba, sem az igazságtalanságot előidéző esemény utáni tevékenységekbe, döntésekbe nem tudnak beavatkozni, ezáltal hátrányos, depriválthird helyzetbe kerülnek (Boros L. 2012). A környezeti igazságtalanságok tehát általában a depriválth, nem csupán alacsony társadalmi státuszú és/vagy kisebbségi, hanem döntéshozatali mechanizmusból többnyire kirekesztett csoportokat, embereket érintik jobban.

Ha elfogadjuk, hogy a környezeti (legyen az természeti és/vagy társadalmi-gazdasági) hátrányok társadalmi csoportokat eltérő módon érint, és területileg differenciáltan jelennek meg, akkor felmerül a kérdés, hogy ezek milyen módon mérhetőek, hogyan tárhatóak fel. Ez több szempontból is problematikus lehet. Egyrészt a környezeti igazságtalanságok számos formája ismert, melyek kialakulásának okai sokfélék, nagyon összetettek és más-más megközelítést igényelnek – így nehéz megtalálnunk a megfelelő indikátorokat, vagy éppen meghatároznunk a vizsgálatok megfelelő földrajzi léptékét.

Az igazságtalanságok esetében általában összefüggés mutatkozik a társadalmi-gazdasági státusszal, ahogyan azt több kutatás is megállapította (Walker G. 2012). Más-más csoportokra más-más hatást gyakorol egyes igazságtalan helyzet, melyekre más reakciókat, válaszokat adnak a csoportok. Kutatások felhívják a figyelmet, hogy a társadalmi státusz mellett az egyes téregységekre jellemző közszolgáltatási elérhetőség, bűnözési mintázatok, katasztrófavédelmi szervezettség, kockázatkezelési módszerek és szokások jellegzetességei is, tágabb értelemben értelmezve a társadalmi rend és működés is befolyásoló tényező (Fischer J. B. et al 2006) – ezek azonban maguk is összefügghetnek a társadalmi helyzettel, jövedelemmel, így a negatív külső hatások spirálja alakulhat ki.

Egyetlen környezeti igazságtalanság sem elkülöníthető a területegység (környezet) sajátosságaitól. Sok esetben nagyban függ a földrajzi távolságtól/közelségből (proximity) fakadó aránytalan, méltánytalan és egyenlőtlen az igazságtalanságnak való érintettség, kitettség. Már ebből adódóan is kijelenthető, hogy a környezeti igazságtalanságok térbeli mintázatai sokfélék lehetnek. A legtöbb környezeti igazságosság kutatás az egyes potenciális vagy létező környezeti károkhoz való földrajzi távolságot veszi figyelembe, az alapján von le következtetéseket az érintett népességszámról, lehetséges hatásokról.

A területi elemzések léptéke és területi beosztása azonban gyakran

nem megfelelő a folyamat és annak hatásának értelmezéséhez. A kitettséget vagy a kockázatokat távolság alapon határozzák meg az igazságtalanság (pl.: légszennyezés) milyenségének/minőségének/"viselkedésének" figyelembevétele nélkül. Pedig különböző környezeti kockázatok különböző hatással bírnak. Az egyik fő probléma ezekkel a vizsgálatokkal, hogy a pufferzóna-típusú kutatások a hatásokat lehatárolható távolságra vetítik le, mely azt eredményezi, hogy az igazságtalanságok „megállnak" a vizsgálati határoknál (Bowen, W. 2002).

Gyakran a környezeti igazságtalanságot kiváltó folyamatok adminisztrációs/közigazgatási határokon túlmutatnak, ezért feltárásuk különösen nehéz feladat lehet. További problémaként merül fel a környezeti igazságosság vizsgálatok esetén, hogy háztartási szintű adatok nélkül csupán általánosított, nagyobb egységre, tömb vagy városrész/kerületre számított adatok állnak rendelkezésre. Ezek nem tükrözik a tényleges kitettséget, egységesnek, homogénnek tekinti a vizsgált területegységeket, így minden lakost egyaránt érintettnek tekintenek (Higgs, G.–Langford, M. 2009, Flowerdew R. et al 2008, Stafford M. et al 2008). Amikor kutatások pontszerű adatokat aggregálnak nagyobb területi egységekbe a területegység megválasztása alapvetően befolyásolhatja a kutatás eredményét. Az úgynevezett MAUP (modifiable areal unit problem) a területegység módosító hatása gyakran ökológiai tévkövetkeztetésekhez vezet (Bowen, W. 2002, Swift, A. et al 2008, Maantay J. 2007, Maantay, J.–Maroko. A. 2009) hiszen a terület aggregált adata nem minden egyénre vagy csoportra értendő érték, azok együttes értéke, mely szükségszerűen az egyénekre vonatkoztatott adat részleges veszteségéhez vezet.

Sok esetben a területegységek rossz megválasztása az adatok elvesztését, vagy egy nem valóságos helyzet feltárását eredményezik. Ezért számos környezeti igazságosság kutatás ugyanazokon a területeken belül is egymással ellentétes eredményt hozott.

A fentiek alapján tehát a kutatások során kulcskérdés a megfelelő földrajzi lépték megtalálása, amit viszont befolyásol, hogy hogy honnan állnak rendelkezésre adataink. A rendszeresen gyűjtött és széles körben elérhető statisztikai adatok általában a közigazgatási térbeosztást követik, ugyanakkor ez a beosztás nem egyezik a folyamatok térbeli kiterjedésével – azaz az elemzési és folyamatlépték eltér egymástól.

A lépték kiválasztását követően a megfelelő indikátorok kiválasztása a következő lépés, amit ugyancsak befolyásol az elérhető adatok köre. A statisztikai adatokon kívül persze lehetőség van saját adatgyűjtés lefolytatására is, azonban a reprezentativitás biztosítása nem minden esetben könnyű,

különösen kis létszámú, nehezen elérhető csoportok esetében. A tanulmány további részében a települési szintre koncentrálunk, és az igazságtalanságokat a statisztikai adatokon keresztül mutatjuk be.

A környezeti igazságtalanságok néhány példája Magyarországon

A továbbiakban néhány mutató segítségével mutatjuk be a környezeti igazságtalanságokat létrehozó folyamatok, adottságok térbeliségét, illetve néhány igazságtalan helyzet településenkénti eloszlását. A mutatókat a nemzetközi kutatások, kiemelten a WHO (World Health Organization) vizsgálatainak tapasztalatai alapján választottuk ki (WHO 2010A, WHO 2010B).

A nemzetközi összehasonlító vizsgálatokban a WHO több olyan mutatót is megállapított, mely segíthet a környezeti igazságtalanságok feltárásában, ezek az indikátorok azonban Magyarországon központi adatbázisból nem, vagy csak korlátozottan elérhetőek. Azonban a WHO által kidolgozott kritériumrendszer jó alapját szolgáltathatja olyan adatbázis felállításához, melyek hasonló dimenziókban, más adattartalommal próbálják lehatárolni azokat a potenciális területeket, melyek természeti, társadalmi-gazdasági környezet és helyzet szempontokból környezeti igazságtalanságok kialakulására alkalmas.

A WHO a környezeti egyenlőtlenségek feltárásához három fő dimenziót vizsgál (WHO 2010A, WHO2010B). Lakáshelyzet, balesetek okozta egyenlőtlenségek, környezet-okozta egyenlőtlenségek. Mindhárom dimenziót társadalmi-gazdasági szempontból vizsgálja. A területi vizsgálatoknak a dimenziók társadalmi-gazdasági szempontú bontása kevésbé releváns, inkább egy újabb dimenzióként célszerű feltüntetni.

A vizsgálatunkhoz a TEIR adatbázis elérhető legfrissebb adatait használtuk fel. A legyűjtött adatokat a WHO ajánlása szerint három plusz egy indikátor dimenzióba soroltuk (lakáshelyzet, környezetbiztonság, környezetállapot), melyet kiegészítettünk egy társadalmi-gazdasági dimenzióval. Az adatok könnyebb kezelhetősége érdekében a kiválasztott mutatókból főkomponenseket képeztünk a PSPP opensource statisztikai program segítségével települési szintre.

A főkomponensanalízis elvégzése előtt a felhasznált mutatók kapcsolódását kellett megvizsgálni, ezért korrelációs mátrix segítségével meghatároztuk azokat a mutatókat, melyek ténylegesen korrelálnak, együtt vagy ellentétesen mozognak. Az összefüggések kimutatása után az épített

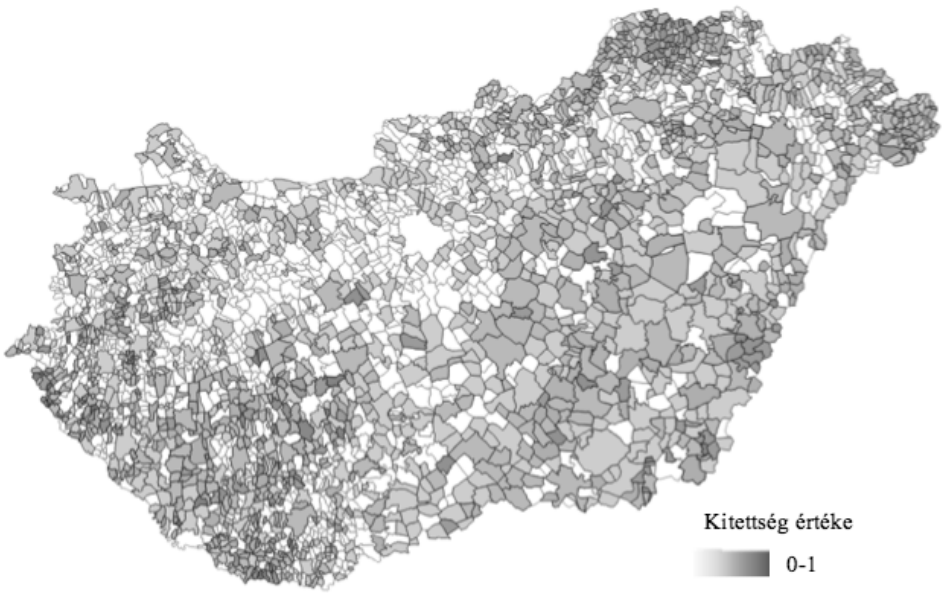
környezet, a természeti környezet illetve a társadadalmi-gazdasági környezet állapotának feltárására létrehoztunk egy-egy főkomponenst. A főkomponens feltétele volt, hogy egyrészt legalább három indikátorból épüljön fel és az adattartalom 50%-át őrizze meg, illetve az Eigenvalue legalább 1 legyen. Az egyes komponenseinek feltétele pedig az volt, hogy legalább 25%-ban részt vegyenek a létrehozott mutatóban, értékük kifejeződjön. A társadalmi-gazdasági főkomponens előállításakor azonban az indkátorok között mind korreláció, mind a főkomponens adattartalma tekintetében éles törésvonal alakult ki. Ezért úgy döntöttünk, hogy külön gazdaság és külön társadalmi főkomponenst képzünk. Így kialakult egy életkort és településméretet reprezentáló és egy gazdasági aktivitást, képzettséget és etnikai viszonyokat bemutató főkomponens. A főkomponensek értékeit térképeken ábrázoltuk. A térképekről leolvasható, hogy melyek azok a területek, melyek több szemponból is potenciálisan környezeti igazságtalanságok kialakulásához vezethet.

1. táblázat a kutatásban alkalmazott dimenziók és a hozzájuk tartozó indikátorok
Forrás: saját szerkesztés

Dimenzió	Mutató
Épített környezet dimenziója, lakáshelyzet és lakókörnyezet biztonság	Komfort nélküli és félkomfortos lakások aránya (%) 100 főre jutó bűncselekmények száma 1000 főre jutó balesetek száma
Természeti környezet dimenziója	Árvízzel érintett terület (igen-nem) Belvízzel érintett terület (igen-nem) Arzén határértéken felül az ivóvízben (%) Ammónium határértéken felül az ivóvízben (%) Egy főre jutó veszélyeshulladék értéke (kg)
Társadalmi környezet dimenziója	Település lakónépessége - törpe- és aprófalvas térségek kimutatása 0-14 éves korosztály aránya (%) juvenilis szerkezet 65-x éves korosztály aránya (%) öregedő szerkezet
Gazdasági környezet dimenziója	Egy főre jutó összevont személyi jövedelemadó alap Legfeljebb nyolc osztályt végzettek aránya a munkaképes korúak között (%) Roma és cigány lakosság aránya Nyilvántartott álláskeresők aránya a teljes népességen belül (%) az országos átlagnál rosszabb értékek

Épített környezet dimenziója, lakáshelyzet és lakókörnyezet biztonság

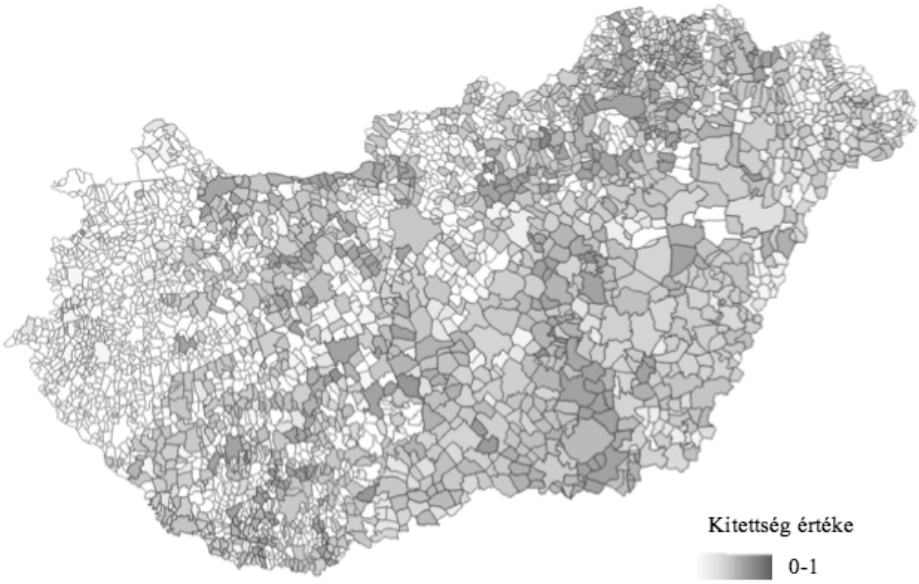
A lakáshelyzettel kapcsolatos egyenlőtlenségek (ivóvízellátás, fürdőszoba illetve WC hiánya, zsúfolt lakótér, penészedés, fűtési nehézségek) közül számos adat települési szinten csupán empirikus adatgyűjtéssel, vagy népszámlálási adatok felhasználásával lehetséges. Előbbi az ország összes településére nem, csupán egyes kiválasztott területeire ad információt, utóbbi pedig kevésbé aktuális. Azonban lehetőség van olyan viszonylag friss, tartalmában hasonló, de eltérő adatokat alkalmazni, melyek alkalmasak lehetnek lehatárolásra. Pl.: komfort nélküli lakások aránya a teljes lakásállományon belül, mely egyben a fürdő és toalett hiányát is megadja, illetve az egy háztartásban élő lakókra jutó négyzetméter száma. Ehhez kapcsolódóan a WHO ajánlása szerinti baleset következtében bekövetkező igazságtalanságok dimenziójának indikátorai beépíthetőek, összevonhatóak. Baleset következtében előálló igazságtalanság a munkahelyi balesetek számát, közlekedési balesetek számát, és a mérgezés és egyéb balesetekből származó halálozást veszi figyelembe. Tanulmányunk szempontjából az épített környezet állapotát leíró főkomponens részét képzik. Az épített környezet értékelése alapján Borsod-Abaúj-Zemplén, az Ormánság, Zala megye határmenti térsége illetve Belső-Somogy és a Szatmár és Szamoshát helyzete kifejezetten hátrányos (*1. ábra*).



1. ábra Az épített környezet dimenziója, a kitettség értéke. Forrás: KSH TEIR adatok alapján saját szerkesztés

Az igazságtalanságok természeti környezeti dimenziói

A WHO másik indikátor dimenziója a környezet-okozta egyenlőtlenségeket hivatott feltárni. Ehhez a lakókörnyezet zajártalmát, a zöldterületek elérhetőségét és hiányát, az otthoni és munkahelyi dohányzásnak való kitettséget vizsgálja. A WHO azonban túlságosan társadalmi-környezet központú mutatókat vizsgál, hiszen a környezet esetében számos olyan természeti tényező is van, mely egyenlőtlenségeket generál. Ezért célszerű a környezet dimenziót két részre, fizikai és természeti dimenziókra bontani, előbbinek indikátorait a lakókörnyezeti dimenzióba beépíteni, utóbbiból pedig természeti dimenziót kialakítani. Meghatározó természeti indikátor lehet például az árvízzel vagy belvízzel való érintettség, az ivóvíz minősége, a levegő háttérszennyezettsége, a veszélyes hulladék aránya vagy egy főre jutó értéke, az egy főre jutó (rekreációra szolgáló) zöldterület nagysága a településen belül. A WHO által vizsgált mutatók azonban számos esetben nem relevánsak. A dohányfüstnek való munkahelyi kitettség Magyarországon a hatályos jogszabályi előírások következtében nem releváns, az otthoni expozíciót pedig nehéz mérni, megbízható adatok nem állnak rendelkezésre. Ehelyett vizsgálható az ivóvíz minősége, melyre elérhető adataink vannak. Bár az egyén kitettsége genetikai szempontból nagyban befolyásolt, ráadásul egy évnyi adat nem tükrözi a hosszútávú expozíciót, azonban a szakirodalom alapján daganatos betegségek kialakulásához illetve, egyéb megbetegedésekhez vezethet a szennyezett ivóvíz, ezért érdemes figyelembe venni a környezeti igazságtalanságok vizsgálata során. Mindemellett a vizsgálat során azonban az ajánlások és a rendelkezésre álló adatok alapján a figyelembe vett mutatók nem korreláltak, így belőlük egy főkomponenst nem lehet alkotni. Azonban az egyes rétegek összekapcsolásával elkészítettünk egy komplex térképet, mely összesítve bemutatja az egyes kockázatokat. Az előző térképhez hasonlóan Borsod-Abaúj-Zemplén megye hátrányos helyzete szembetűnő, ahol azonban főként a hegylábaknál található, völgyekben fekvő települések kitettebbek a mért környezeti kockázatoknak (*2. ábra*). Az Alföldön a Közép- és Alsó-Tisza vidéke főként az ár- és belvízveszély valamint az elégtelen ivóvíz miatt szintén az egyik legkitettebb terület. Komárom-Esztergom esetében a veszélyes hulladék, a belvíz és az árvíz okoz kockázatot. Heves megye déli részén az árvíz, illetve a veszélyes hulladék az, ami potenciális környezeti igazságtalanság kialakulásához vezethet.

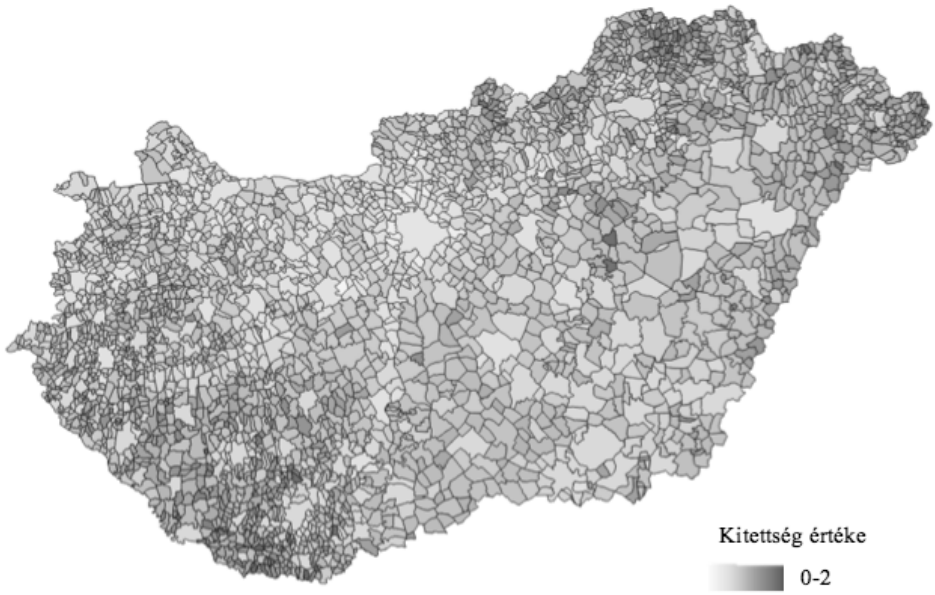


2. ábra A természeti környezeti kitettség értékei, a természeti környezet állapotának dimenziója. Forrás: KSH TEIR adatok alapján saját szerkesztés

Társadalmi-gazdasági dimenzió és a kitettség értékei

A nemzetközi kutatások alapján a kisebbséghez tartozók, az alacsony jövedelemmel rendelkezők, alacsony végzettségűek azok, akik a leggyakrabban elszenvedői az igazságtalanságoknak. Ők azok, akik a megnövekedett forgalom negatívumait (pl. balesetveszély, légszennyezés stb.), az ipari üzemekhez kapcsolódó veszélyeket, káros hatásokat (légszennyezés, talajszennyezés, zaj, leértékelődő ingatlanok stb.), a növekvő ár- és belvízveszélyt a legnagyobb arányban elszenvedik, illetve a legnagyobb arányban náluk jellemző, hogy nem jutnak egészséges ivóvízhez, vagy a környezeti katasztrófák az átlagosnál nagyobb mértékben fenyegetik őket. A társadalmi-gazdasági indikátorok szoros összefüggésben vannak azonban a főkomponens analízis eredményei alapján két külön főkomponenst hoztunk létre.

A WHO vizsgálja az életkort, a nemek arányát, a jövedelmet, az iskolázottságot, foglalkozást és a végzettséget. Kutatásunkban mutatóként felhasználtuk a potenciális igazságtalanságok területét a regisztrált munkanélküliek száma, az egy főre jutó összevont adóalap, a legfeljebb általános iskolai végzettséggel rendelkezők aránya az aktív korúakon (15-59 évesek) belül, a 0-14 éves korosztályra jutó 65-x éves korosztály aránya, a



3. ábra A társadalmi-gazdasági vizsgálati dimenzió. A tátsdalmi-gazdasági kitettség összevont értéke. Forrás: KSH TEIR adatok alapján saját szerkesztés

roma lakosság aránya alapján.

Az összesített gazdasági-társadalmi kitettség szintén Borsod-Abaúj-Zemplén megye hátrányos helyzetét bizonyítja, azonban szembetűnő az ország határmenti térségeinek elmaradottsága (*3. ábra)*. Az Ormánság, a Szamoshát, Közép-Tisza vidék és Belső-Somogy, valamint Salgótarján környékének hátrányos helyzete is megmutatkozik. Ráadásul ha egészségföldrajzi vizgzsálatok eredményét is figyelembe vesszük, akkor megállapítható az is hogy Borsod-Abaúj Zemplén és Szabolcs-Szatmár-Bereg megyékben találhatjuk a legkedvezőtlenebb egészségi helyzetű lakosságot (Illés, I. 1996, Uzzoli, A. 2001). Mindez fokozott figyelmet irányít az északkelet-magyarországi megyékre.

Összegzés

Tanulmányunkban áttekintettük a külföldön több évtizede kutatott környezeti igazságtalanság fogalmát, amely a hazai, posztszocialista fejlődési út következtében nem egy esetben más formákban jelenik meg, mint Nyugat-Európában. A komplex módon alkalmazott térinformatika és a statisztikai módszerek (egymást kiegészítve) segítséget nyújtanak a hátrányos helyzetek,



4. ábra A környezeti igazságtalanság kialakulásának lehetősége 2010-es, 2011-es és 2013-as adatok alapján. Forrás: KSH TEIR alapján saját szerkesztés.

potenciális igazságtalansági területek feltárásához. Ezek Magyarországon a legerőteljesebbek a romákhoz, szegénységhez, valamint a kistelepülésekhez kapcsolódó környezeti igazságtalanságok, amelyeket a kiválasztott statisztikai mutatók, az azok alapján készített térképek, valamint az összevont mutatók (főkomponensek) is alátámasztanak. A tanulmány célja volt azon területek azonosítása, melyek környezeti igazságtalanságok kialakulásának lehetséges területei. Boros-Abaúj-Zemplén megye szinten minden vizsgálati dimenzióban az egyik leghátrányosabb helyzetű, ennél azonban fontosabb megállapítás, hogy számos olyan külső (Ormánság, Szamoshát és Bereg) és belső perifériku s (Belső-Somogy, Közép-Tisza vidék) terület található, melyre kevesebb figyelem vetül (*4. ábra*).

A hátrányos helyzet legtöbb esetben együtt mutatkozik a terület magasabb roma lakosságával. Azonban fontos leszögezni, hogy a feltárt összetett igazságtalan helyzetek nem kialakítói a romák – hiszen a legtöbb mutató külső tényezőket mutat be, melyre az egyéneknek nincs vagy csak korlátozottan van hatásuk –, hanem elszenvedői.

Úgy véljük, a bemutatott indikátorok a későbbi vizsgálatok számára is hasznosak lehetnek, hiszen segítségükkel komoly életminőségbeli hátrányokat és

a hozzájuk kapcsolódó negatív környezeti hatásokat lehet objektíven bemutatni. Ugyanakkor érdemes figyelmet fordítanunk a földrajzi léptékek kérdésére is, hiszen sok igazságtalanság a települési szintnél kisebb területegységen belül játszódik le, így a települési vagy annál nagyobb egységekre vonatkozó adatok elfedhetik az igazságtalanságokat. Számos esetben rosszul (netán önkényesen, manipulatív módon) kiválasztott településrészek vizsgálata olyan helyeken is igazságtalanságokat mutathat, ahol azok nem, vagy nem kimutatott formában vagy erősséggel jellemzőek. Végezetül fontos felhívnunk a figyelmet, hogy az elérhető statisztikai adatok alapján a legtöbb esetben csak áttekintő képet kaphatunk a vizsgált folyamatokról, szükség van a megfelelő léptéken végzett empirikus adatgyűjtésre is.

Felhasznált irodalom

Boros L. (2012): Szeged belső tagozódása a deprivációs indexek alapján. In: Rácz A. (szerk) város és vidéke, Belvedere Meridionale Szeged. pp. 19-64

Boros L. (2008): Hol laknak a szegények? A depriváció térbelisége Szegeden. In: Szabó V. – Orosz Z. – Nagy R. – Fazekas I. szerk.: IV. Magyar Földrajzi Konferencia, Debrecen 2008. pp. 362-368.

Bowen, W. (2002): "An Analytical Review of Environmental Justice Research: What Do We really Know?" In: Environmental Management 29. pp. 3-15.

Braubach, M–Fairburn, J. (2010): Social inequities in environmental risk associated with housing and residental location: A rewiew of evidence. In: European Journal of Public Health. 20. pp. 36-42.

Braubach, M. (2011): Environmental health inequailities in Europe. In: UMID Themenheft Umweltgerechtigkeit II, 02/2011, pp. 47-51.

Bullard, R. D. (1990): Dumping in Dixie: Race, Class and Environmental Quality. San Francisco, Westview Press. 234.p.

Bullard, R. (1994): Unequal Protection: Environmental Justice and Communities of Color. San Francisco 392. p.

Cuttler, S. L. (1995): Race, Class and environmental justice. Progress in Human Geography 19. pp. 111-122.

Cuttler, S. L.–Scott, M. S.–Hill, A. A. (2002): Spatail variability in toxicity indicators used to rank chemical risks. In: American Journal of Public Health, 92. Pp. 420-421.

Fabula Sz. (2013): Body politics and urban spaces: disabled people's encounter with and resistance to disabling urban environments in Hungary. In: Ilies A, Kozma, G., Kovács, Z., Popa, N. (szerk.) Regional development and cross border cooperation. Oradea, Editura Universitatii din Oradea, 2013. pp. 10-20

Fischer J. B.–Maggi, K.–Romm, J. (2006): Scales of environmental justice: Combining GIS and spatial analyis for air toxics in West Oakland, California. In: Health and Place. 12. pp. 701-714.

Flowerdew, R.–Manley, D.J.–Sabel, C.E. (2008): Neighbourhood effects on health: Does

it matter where you draw the bounderies? In: Social Science and Medicine. 66. pp. 1241-1255.

Higgs, G.–Langford, M. (2009): GIScience, environmental justice, and estimating population at risk: The case of landfills in Wales. In: Applied Geography, 29. pp. 63-76.

Illés I. (1996): Az egészségügyi ellátás rendszere. In: Perczel György (szerk.): Magyarország társadalmi-gazdasági földrajza. Budapest, ELTE Eötvös Kiadó. pp. 500-518.

Kováts B. (2013): Városi politikai ökológia, igazságosság és léptékek politikája. In: Kritikai városkutatás Jelinek, Cs. et al. (szerk), L'Hartmann. pp. 394-416.

Maantay, J. (2007): Asthma and air pollution in Bronx: Methodological and data considerations in using GIS for environmental justice and health research. In: Healt and Place 13. pp. 32-56.

Maantay, J.–Maroko, A. (2009): Mapping urban risk: Flood hazards, race and encironmental justice in New York. In: Applied Geography, 29. pp. 111-124.

Nagy E.–Timár J.–Nagy G.–Velkey G. (2015): A társadalmi-térbeli marginalizáció folyamatai a leszakadó vidéki térségekben In: Tér és társadalom Vol. 29. No. 1. pp. 35-52.

Nagy Gy. (2012): A környezeti igazságosság fogalmi kérdései In: Pál V (szerk.) A társadalomföldrajz lokális és globális kérdései: tiszteletkötet Dr. Mészáros Rezső professzor 70. születésnapja alkalmából. 299 p. Szeged, SZTE TTIK Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék, pp. 269-279.

Newton, D. E. (2009): Environmental Justice. Oxford, ABC Clio. 307 p.

Pál, V. – Boros, L. (2010): The relationship between health policy and spatial justice – the case of Hungary. Megatrend Review Vol. 7 (1) pp. 249-264.

Rechnitzer J. (2011): Regionális tervezés. Szent István Egyetem, online jegyzet.

Soja, E. W. (2010): Seeking Spatial Justice. Minneapolis, University of Minnesota Press. 280p

Stratford, M.–Duke-Williams, O.–Shelon, N. (2008): Small area inequalities in health: Are we understanding them? In: Social Science and Medicine. 67. pp. 891-899.

Swift, A.–Liu, L.–Uber, J. (2008): Reducing MAUP bias f correlation statistics between water quality and GI illness. In: Computers, Environment and Urban Systems. 32. pp. 134-148.

Uzzoli A. (2001): A társadalmi környezet hatása a helyi népesség egészségi állapotára. Geográfus Doktoranduszok IV. Országos Konferenciája. Szeged, Konferencia kiadvány, CD-ROM

Walker, G. (2012): Environmental Justice: Concepts, Evidence and Politics, London, Routledge. 256. p.

Williams, R. W. 1999: Environmental injustice in America and its politics of scale. In: Political Geography. Vol. 18 No.1. pp. 49-73

LiDAR adatok felhasználása a múlt katonai objektumainak felderítésében

Neuberger Hajnalka[1] – Juhász Attila[2]

[1] Phd hallgató, BME Fotogrammetria és Térinformatika Tsz, neuberger.hajnalka@epito.bme.hu ;
[2] adjunktus, BME Fotogrammetria és Térinformatika Tsz, juhasz.attila@epito.bme.hu

Abstract: LiDAR technology has become one of the major remote sensing methods in the last few years. In our study we review the potential applications of LiDAR data in military historical reconstruction. Obviously the base of this kind of investigations must be the archive data, but it is an interesting challenge to integrate a cutting edge method into such tasks. The LiDAR technology can be very useful, especially in vegetation covered areas, where the conventional remote sensing technologies are mostly inefficient. We summarize, how laser scanned data can support the different parts of reconstruction work and define the technological steps of LiDAR data processing.

A LiDAR (Light Detection And Ranging) működési elve

A LiDAR egy aktív, lézeres távérzékelési módszer. Működési elve: a hordozó eszközön elhelyezett szkenner lézersugarat bocsát ki, majd a visszaverődési időt mérve, a lézer (fény) terjedési sebességét ismerve és felhasználva számolja a távolságokat. Ahhoz, hogy az egyes távolságmérésekből koordinátákat tudjunk meghatározni, szükségünk van a lézernyaláb pontos kibocsátási helyzetére: a szenzor pillanatnyi koordinátáira és a lézersugár kibocsátási szögére. A szenzor helyzetét globális helymeghatározó rendszerek (GNSS) és inerciális rendszerek (INS) együttes használatával határozzuk meg. A gyakorlatban a repülési irányra merőlegesen lézernyaláb pásztázza a területet, miközben a repülőgép halad (Barsi et al. 2003). A kis divergenciájú lézersugár a kibocsátási energia és a távolság függvényében szóródik, a felszínre 25-40 cm félnagytengelyű ellipszisként érkezik. Így egy lézersugár több különböző szintről (pl. korona-, bokor-, talajszint) is visszaverődhet. Ezt nevezzük többszörös visszaverődésnek. A kezdetleges rendszerek csak egy visszaverődést voltak képesek rögzíteni, később az első (first pulse) és utolsó (last pulse) visszaverődést is. Ma már több, akár 4-6 diszkrét visszaverődés detektálása is lehetséges, illetve a visszaérkező lézernyaláb teljes hullámalakja is tárolható. A technológia pontossága a komponensek (távmérés, GNSS, INS), valamint a szenzor és a navigációs rendszer kalibrációjának pontosságától függ. Ezek részletezését mellőzve elmondható, hogy magassági értelemben ~15 cm pontosság érhető el, míg a vízszintes pontosság ~25 cm-re tehető (Verőné Wojtaszek m. 2010, Neuberger h. 2014a).

LiDAR által szolgáltatott adatok

A LiDAR fájlok általában las formátumban állnak rendelkezésre (Las 2010). A formátum lehetővé teszi, hogy a pontfelhőnket, mint egy hatalmas mátrixot kezelhessük, akár matematikai szoftverekkel is (például MATLAB). LiDAR által szolgáltatott adatok:

- X (m) UTM (vízszintes tengely) koordináta,
- Y (m) UTM (függőleges tengely) koordináta,
- Z (m) WGS84 ellipszoid feletti magasság,
- diszkrét visszaverődések intenzitás értékei,
- diszkrét visszaverődés sorszáma az adott lézernyaláb mentén,
- egy kibocsátásból detektált összes diszkrét visszaverődések száma,
- teljes hullámalak (full-waveform) értékei (opcionális).

XX. század katonai objektumai

A következőkben áttekintjük, hogy milyen módon alkalmazhatók a szkennelt pontfelhők XX. századi magyarországi katonai objektumok és események rekonstruálásához. A korszak jelentős hadtörténeti eseményei, az I. és II. világháború és az ezt követő hidegháborús időszak, amely során az 1950-es évek első felében kiépítették a Déli Határvédelmi Rendszert (DVR) az akkori jugoszláv határ mentén (Ravasz I. 2010). A rekonstrukciós feladat elvégzésére a DVR egy részletét választottuk ki, mivel a pécsi Janus Pannonius Múzeum erről a területről bocsátott rendelkezésünkre LiDAR felméréseket. Tekintsük át a legjellemzőbb védelmi objektumokat és tulajdonságaikat, amelyek alapján a felderítésük és beazonosításuk megtörténhet (Juhász A. 2014).

Lövészárok: 0,6-1 m széles és 1-1,5 m mély gyalogsági fedezék, amely a fedett közlekedést és az ellenségre történő tüzelést teszi lehetővé. Viszonylag könnyű felismerni törött vonalvezetéséről (cikk-cakk vonal), amely az ellenséges oldalazó tűz megakadályozását vagy az árokban felrobbanó tüzérségi lövedék pusztítását hivatott csökkenteni. Olyan területeken, ahol mezőgazdasági termelés folyik, ma már ezek nem találhatók meg, ellenben nem bolygatott részeken (földutak vagy erdősávok mentén) ma is felfedezhetők.

Harckocsiárok: 8-10 m széles, 4-6 m mély árok, amelyekből akár több száz kilométeres hosszúságú árokrendszer is készülhet. A lövészárkokkal szemben ezek nyomai ma még a szántókon is megfigyelhetők, magassági értelemben deciméteres nagyságrendben különülhetnek el a környezetüktől.

Különböző állások, óvóhelyek: pontszerűnek tekinthető objektumok

néhány méteres kiterjedéssel az árokrendszerhez kapcsolódóan. Nyílt vagy fedett formában, illetve az erődítési elemekben elhelyezve épülnek. Esetünkben a lövészárkokhoz hasonlóan nincs nagy esély az azonosításukra a LiDAR pontfelhőből.

Elvi lehetőségek

Ebben a fejezetben tömören összefoglaljuk azokat a kiértékelési és megjelenítési lehetőségeket, amelyek alkalmassá teszik a 3 dimenziós pontfelhőt arra, hogy a rekonstrukció során eredményesen használjuk.

Az első és talán legfontosabb lépés a pontfelhő osztályozása a magassági információ alapján, azaz a klasszifikálás, amelynek elsődleges célja a talajpontok (groundpoint) kiválogatása. Ez azt jelenti, hogy az eredendően a potenciális digitális felszín modellt (DFM) alkotó pontokat is tartalmazó állományból kiválogatjuk a potenciális digitális terep modell (DTM) pontjait. A régészeti, katonai, hadtörténeti alkalmazások számára ez a legfontosabb. A tereppontok közötti relatív kis eltéréseken keresztül valósítható meg a különböző objektumok felderítése, ezért ha lehetséges, törekedni kell a minél nagyobb pontsűrűségre, mert ez a kulcsa a mikrodomborzatban lévő legkisebb eltérések beazonosításának. A talajpontok leválogatására többféle megoldás is létezik, melyek közül a leggyakrabban a relatív magassági eltéréseken alapuló súlyozást, lejtések és görbületi változások szerinti szelektálást használják a szoftverek. Megjegyezendő, hogy sok esetben a felhasználó előtt ismeretlen (black box) módszereket alkalmaznak a szoftverek, csak néhány paraméter, esetleg jellemző felszínborítottság megadásával lehet az eredményeket befolyásolni.

A leválogatott talajpontok feldolgozásának következő lépése a digitális terep modell létrehozása. Ehhez különböző interpolációs módszereket alkalmazhatunk (Krieglés, természetes szomszéd, spline alapú interpolációk, stb.), melyek eredményeképpen kismértékben eltérő modellek állhatnak elő. Azt azonban leszögezhetjük, hogy a kiértékelés szempontjából a lényegesebb kérdés a talajpontokat leválogató algoritmus minősége, mert ennek az eredményét használjuk fel. Az interpolációs eljárások mellett, kiemelt szerep juthat a különböző éldetektálási módszereknek is (Laplace, Sobel, Roberston, stb.), hiszen ezek is alkalmasak lehetnek az objektumok felderítésére. Emellett az így feldolgozott állományok egy részén hatékonyabban és pontosabban lehet meghatározni az objektumok helyzetét, megmérni a jellemző méreteiket, így elősegítve a beazonosításukat. Továbbá a megfelelő helyeken hossz- és keresztirányú metszetek generálása segítheti a pontosabb méretek

meghatározását.

A lézerszkennelés során a visszaverődések detektálása mellett a szenzor intenzitás értékeket is rögzít, melyek természetesen külön elemezhetők, megjeleníthetők. Nagyságuk alapvetően attól függ, hogy az objektum, melyről a lézersugár visszaverődött, milyen színű, anyagú illetve milyen a felületkezelése (Lovas et al. 2012). A rekonstrukciós feladatoknál általában egyéb távérzékelt képi adatok is rendelkezésre állnak, így az intenzitás kép csak egy újabb ellenőrzési lehetőséget biztosít.

A LiDAR pontfelhők klasszifikálása, leválogatása és korlátozott megjelenítése megvalósítható feladatspecifikus szoftverek segítségével is, de ma már a legtöbb térinformatikai szoftver is képes ezeknek az adatoknak a kezelésére. A GIS programok további hasznos lehetőségeket nyújtanak a rekonstrukciós feladatok végrehajtásához:

- Különböző források adatainak egységes kezelése,
- Domborzatmodellek generálása,
- Interpolációs eljárások használata,
- Háttér adatbázis csatolása,
- Lekérdezések, elemzések végrehajtása,
- 2D és 3D megjelenítések és animáció készítése.

Amennyiben rendelkezésünkre áll egyéb adatforrás is, akkor ezek GIS-be történő integrálásával egyszerűbbé tehetjük a környezeti-, és objektum-rekonstrukciót, a régészeti és katonai objektumok azonosítását. A létrejövő adatbázis tetszőleges számú attribútum és csatolt (txt, képi, video, hang, html) információt tartalmazhat, mely alkalmassá teheti digitális adattárként, illetve egyfajta katalógusként való további felhasználásra. Fontos még a vizsgált terület legcélravezetőbb és legesztétikusabb vizualizációja. A megvilágítás irányának és a magassági adatok torzításának jó megválasztásával plasztikusabbá tehető a megjelenítés, illetve kisebb „rejtett” részletek kiemelése is lehetséges.

Összességében a LiDAR pontfelhők használatához (objektum felderítés, azonosítás, potenciális kutatási helyszínek kijelölés) szükséges az előzőekben felsorolt kiértékelési és megjelenítési eljárások valamint, ha van rá lehetőség az adatgyűjtés paramétereinek és időpontjának körültekintő megválasztása. Az adatok felhasználhatóságának részletes indokai az egyes eljárásokra bontva az alábbiakban foglaltuk össze.

Felderítés (a kutatott terület felszínborítottsága szempontjából):

- nyílt területen a mikrodomborzat vizsgálata és az intenzitás értékek kiértékelése
- vegetációval fedett területen lehetőleg lombmentes időszakban a

vegetáció eltávolítása, majd a mikrodomborzat vizsgálata
Azonosítás (a felderített objektumok helyzeti adatainak mérése):

- minél nagyobb pontsűrűség elérése
- leghatékonyabb interpolációs módszer kiválasztása
- leghatékonyabb éldetektáló módszer kiválasztása

LiDAR adatokkal támogatott rekonstrukció a DVR egy mintaterületén

Az alábbiakban ismertetett rekonstrukciót a DVR Sátorhely és Majs települések közelében kiépített részein hajtottuk végre (Neuberger H. 2014b). A feldolgozás során több szoftvert is használtunk (QGIS, ArcGIS)

Egy teljes rekonstrukciós folyamat (Juhász A. 2004) első része a korabeli környezet vizsgálata. A környezet mindig nagymértékben befolyásolja a létesítendő védelmi objektumok elhelyezését, méretét.

A környezetrekonstrukciót két lépésben végeztük el: a korábbi állapotokat a jelenleg használt és pontosnak tekinthető térképi alapból levezetve készítettük el EOV rendszerben. A korabeli síkrajz rekonstrukcióját magassági adatokkal kiegészítve 3D-s modellt alakítottunk ki. A magassági adatok egyrészt a topográfiai térképekről (magassági megírások, szintvonalak), másrészt a légi lézerszkennelésből származnak.

Az objektumok rekonstruálásához (*1. ábra*) elsőként az archív térképeket és légifényképeket használtuk, majd a lézerszkennelt állományokat vizsgáltuk meg. Ez utóbbi esetben természetesen csak a harckocsi árkok azonosítására volt esélyünk a terület mai művelési módszerei miatt. Az egyes pontszerű objektumokat az 1957-es állapot felmérési térképrészletek alapján digitalizáltuk, majd az ezekhez hozzátartozó táblázatok segítségével feltöltöttük a kapcsolódó attribútum táblákat. Ezután az árkok kiértékelése következett, melyeket a légifényképek és a szkennelt adatok segítségével lehetett azonosítani.

Mivel komolyabb harcászati esemény a térségben az 50-es években nem történt, így eseményrekonstrukcióként járhatósági, beláthatósági vizsgálatokat és térinformatikai elemzéseket hajtottunk végre. Elsőként a nehézjárművek potenciális támadási útvonalait vizsgáltuk meg. A tankok számára nehezen vagy egyáltalán nem járhatók az erdős, mocsaras területek, a vízfolyások, illetve a túl meredek (>20-25°) emelkedők. Ezért a rendelkezdésre álló digitális terepmodellből lejtőkategória térképet állítottunk elő, amin a síkrajzot is ábrázoltuk. Majd az objektumrekonstrukció felhasználásával ellenőriztük, hogy a terület megfelelően biztosítva van-e gyalogsági támadás esetére.



1. ábra Objektumrekonstrukció részlete

További térinformatikai elemzéseket is végrehajtottunk például beláthatósági és összelátás vizsgálatot, illetve terepmetszeteket készítettünk.

LiDAR alkalmazhatósága a rekonstrukciós folyamatokban

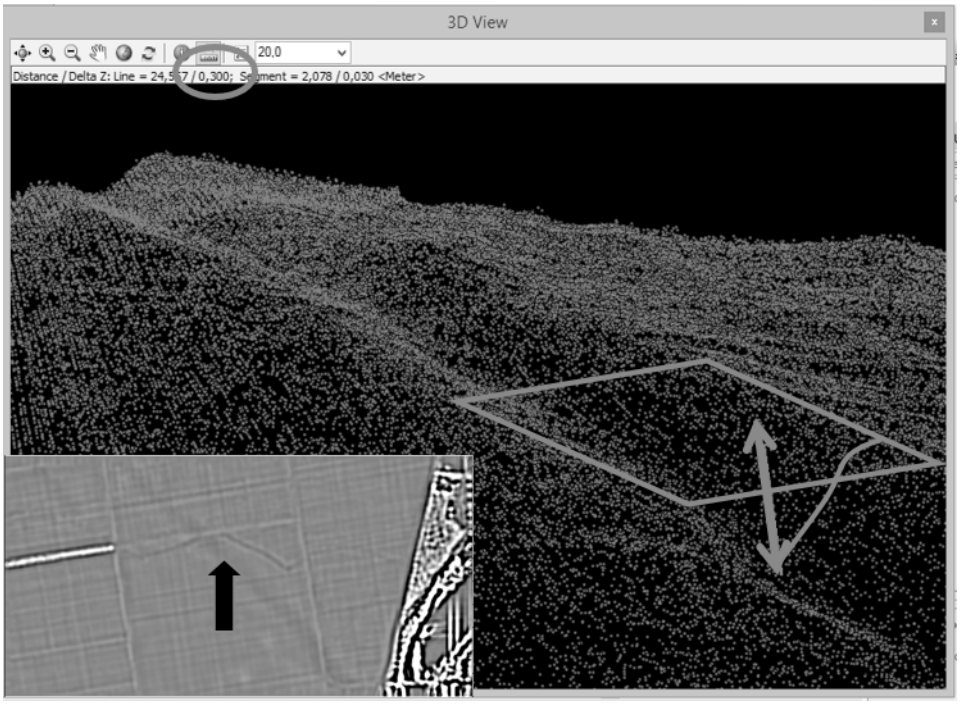
A légi lézerszkennelt adatok egyértelműen felhasználhatók a hadtörténeti rekonstrukcióban. A környezetrekonstrukció során a LiDAR a magassági modell megalkotásában játszhat kiemelkedő szerepet.

A technológiából adódó triviális előnyei:

- közvetlenül 3D-s megoldás,
- egyenletesebb ponteloszlás,
- nagyságrendekkel pontosabb,
- jobb felbontás,
- torzításmentes felmérés,
- mikrodomborzat is látható,
- gyorsabb feldolgozás (rutinszerű feldolgozás esetén)

Az objektumrekonstrukcióban a harckocsiárkok, elméletileg a lövészárkok és állások is (amennyiben nincsenek nagyon bolygatva) felderíthetők. A nyers pontfelhő színezésével, vagy kivágatok, metszetek készítésével is nyerhetünk információkat. Esetünkben (*2. ábra*) látható, hogy az azonosított harckocsiárok becsült mélysége (~30 cm).

Nem csak alaprajzi (2D) adatok, hanem közvetlenül 3D-s méretek nyerhetők. A geometria mellett az intenzitás értékek is hordoznak plusz információt, hiszen az intenzitás érték többek között anyag- és színfüggő



2. ábra Harckocsiárok a pontfelhőben (nagy kép) és a felületmodellen (kis kép)

tulajdonság. Emellett a pontfelhő alkalmas potenciális kutatási helyszín felderítése, akár erdőben is. A légi lézerszkennelés elvben nem feladatspecifikus, így más céllal lerepült állományok felhasználhatók hadtörténeti kutatásokra is.

Összefoglalás

Régészeti, hadtörténeti szempontból a LiDAR által szolgáltatott nagypontosságú 3D-s pontfelhő alkalmazási lehetőségei:

- objektumok (árkok, épületek, leletanyagok) rekonstrukciója, digitális archiválása,
- a talajpontok detektálása, digitális magassági modellek előállítása,
- potenciális lelőhely felderítés, különös tekintettel, a vegetációval borított területekre.
- A gyakorlati feldolgozás lépéseit az alábbiakban határoztuk meg:
- Kezelhető adatmennyiség generálása (decimálás, kivágás)
- Talajpontok leválogatása
- Osztályozás
- DEM létrehozása (DTM, DSM)
- Vizualizáció

- Térinformatikai elemzések
- Régészeti, hadtörténeti rekonstrukció

Felhasznált irodalom

Barsi Á.–Detrőkői Á.–Lovas T.–Tóvári D. (2003): Adatgyűjtés légi lézerletapogatással, Geodézia és Kartográfia
http://www.fomi.hu/honlap/magyar/szaklap/2003/07/2.pdf

Juhász A. (2004): A XIX-XX. századi tabor erődítések a Kárpát-medencében – Hadtörténeti rekonstrukció térinformatikával, Budapest, TINTA KÖNYKIADÓA

Juhász A. (2014): A lézerszkennelés lehetőségei modern kori régészetben
http://www.pannonpalatinus.hu/wp-content/uploads/2014/12/A-l%C3%A9zerszkennel%C3%A9s-lehet%C5%91s%C3%A9gei-a-modern-kori-r%C3%A9g%C3%A9szetben.pdf

las specification. (2010): Version 1.3 – R11
http://www.asprs.org/a/society/committees/standards/LAS_1_3_r11.pdf

Lovas T.–Berényi A.–Barsi Á. (2008): Lézerszkennlés, Budapest, TERC

Neuberger H. (2014a): Beépített terület felszínborítottságának vizsgálata teljes hullámalakos lézerszkenneléssel, TKD dolgozat

Neuberger H. (2014b): XX. századi katonai objektumrekonstrukció LiDAR adatok felhasználásával, Diplomamunka

Ravasz I. (2010): Betonba zárt hidegháború, HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum, Budapest

Verőné Wojtaszek M. (2010): A lézer alapú távérzékelés, Tankönyvtár
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_FOI3/ch01.html

Települési GIS modellezés speciál kollégium

Ónodi Zsolt[1] – Szentpáli Áron[2]

[1] térinformatikai elemző, onodi.zs@gmail.com;
[2] tanársegéd, ELTE Társadalom- és Gazdaságföldrajzi Tanszék, szentpaliaron@tgf.elte.hu

Abstract: This academic year we present through our lectures a course dedicated primarily to students of geoinformatics at ELTE University. The main topic of the course is the descriptive modelling of settlements in Hungary by using geoinformatic methods. During the semester, we set up a model which illustrates urban processes in various fields (such as space usage, water network, roadnetwork, accessibility, POI, attraction range), and gives suitable answers to urban development and settlement operation questions. In our course we primarily focus on the practical realization sides, and the analytical and decision-supporting questions. The significance of our work lies in the fact that we preponderantly used open-source databases and software to set up our model, and we only rarely had to make use of other programmes.

Bevezetés

A 2012/2013-as tanév őszi félévétől az ELTE geográfus MSc képzésén belül is választható a geoinformatika szakirány. A nagy hallgatói érdeklődés mellett oktatói oldalról is nagy figyelem kísérte a szakirány indulását, a képzésben résztvevő hallgatók teljesítményét, s az első évfolyam tagjainak sikeres elhelyezkedését a munkaerőpiacon.

A szakirányt elindító oktatók lelkesedésükkel és fáradhatatlan munkájukkal egyre magasabb színvonalra ösztökélték önmagukat és egymást is, valamint újabb oktatókat is bevontak az oktatói-kutatói munkába. Ennek egyik eredménye a 2014/2015-ös tanév tavaszi félévében indult kurzus, melyet a két szerző közösen tart.

Az ötlet egy kötetlen, de tudományos és szakmai kérdéseket boncolgató beszélgetésből született meg. Arra gondoltunk, milyen jó lenne egy olyan szakmai, tudományos alapokon nyugvó „játék", amelyen keresztül a hallgatók megismerhetik az egyes települési folyamatokat, a településfejlesztési eszközöket, a településüzemeltetés során felmerülő gondokat, lehetséges megoldásokat.

Eleinte úgy gondoltunk az ötletre, mint egy kis szakmai-kutatási projektre, amelyet csak ketten viszünk előre. De hamar rájöttünk, hogy egyfelől olyan strukturált tudást gyűjtünk össze, amely a (geoinformatika szakirányos) hallgatók számára érdekes és hasznos lehet, másfelől keresve sem találhatnánk

jobb tesztközönséget, mint egy kurzusnyi hallgató, akik nagy hatékonysággal felfedik az elgondolásaink logikai és technikai buktatóit.

Így végül meghirdettünk egy speciál kollégiumot, amelynek témája a település leíró jellegű modellezése térinformatikai eszközökkel.

Alkalmazott szoftverek és adatbázisok

A kurzussal kapcsolatban az egyik első, amiben meg állapodtunk, hogy amennyire csak lehet, open source, ingyenes szoftverekkel és adatbázi-sokkal szeretnénk dolgozni.

Ez nem minden esetben ment könnyen és egyértelműen, a piacon elérhető szoftvereknek és adatbázisoknak még az oktatási-kutatási liszenszel elérhető változatai is sokszor kézenfekvőbb megoldásokat kínálnak. Rövidebb-hosszabb gondolkodással és persze néhány kompromisszummal sok felmerülő kérdést meg tudtunk oldani, de nem mindet.

Végül a szoftverek közül a nanoCAD mérnöki tervező, a QGIS térinformatikai elemző programokat választottuk. Az adatok elemzéséhez és adat-bázisba rendezéséhez az Office programcsalád tagjait (Excel és Access) vá-lasztottuk, melyek ugyan fizetős szoftverek, ám olyan széles körben elterjedtek, hogy valószínűleg nem ezek jelentik majd a szűk keresztmetszetet, ha valaki az egyetemi géptermeken kívül is szeretne hasonló munkát végezni. Sokat töprengtünk, hogy a hálózatelemzés során melyik térinformatikai elemző szoftver mellett döntsünk, végül a szintén fizetős ArcGIS mellett maradtunk, mivel a felépíthető hálózat részletesebben kidolgozható, valamint több elemzésfajta érhető el, mint a QGIS-ben.

Egyelőre viszonylag kevés különféle adatot használtunk fel, s még ezek is jelentős területi szűkítést eredményeztek, csupán 339 magyarországi település modellezésére volt lehetőség és ezek között is nagyságrendi különbség lehet az információ részletezettségében.

A legfőbb adatforrásunk az OpenStreetMap (OSM), melyet a QGIS segítségével területi szűréssel kérdeztünk le. Ezen kívül a Europe Urban Atlas (EUA) .SHP fájljait használtuk fel, így kaptunk információt a területhasználatról. Az eredményeinket ESRI Personal Geodatabase formában (.MDB) rendeztük, mivel így az Access segítségével azonnal tudtuk szűrni, lekérdezni azokat.

Érintett témák

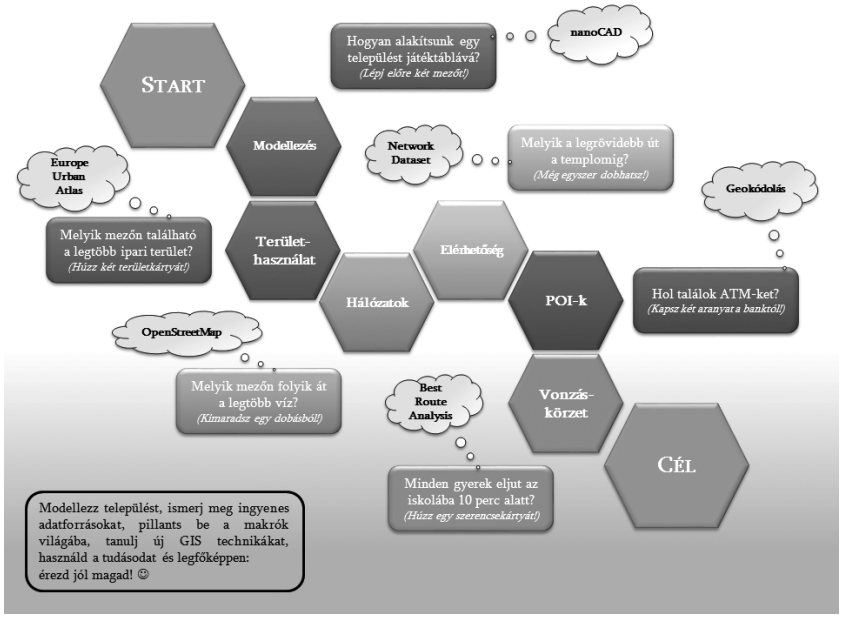
A másik, amiben viszonylag hamar egyetértésre jutottunk, hogy alapvetően gyakorlati jellegű oktatást szeretnénk, így inkább kevés témát érintünk, de alaposan körbejárjuk azokat (*1. ábra*). Persze minden témánál adtunk elméleti felvezetést, hogy a gyakorlati munka eredményeit értelmezni tudjuk. Fontosnak tartottuk továbbá azt is, hogy minden témánál mutassunk rá arra, hogy milyen kutatói-szakmai kérdéseket lehet boncolgatni az eredmények segítségével.

Gyorsan megegyeztünk abban is, hogy a modellezés során hatszöges hálót tekintünk majd alapnak. Sok érvet és ellenérvet sorakoztattunk fel, ezek közül azt tekintjük a legfontosabbnak, hogy hatszögek esetében nincs vezér-szomszédság, csak bástya-szomszédság, így a szomszédsági viszonyok egyértelműbben értelmezhetők.

Modellezés

Az alapfogalmak tisztázásán túl áttekintettük a modellezés folyamatát, mivel térképi ábrázolásnál kiemelten fontos, a generalizálás lehetőségeit. A lépték fontosságának hangsúlyozása közben kitértünk a fraktál-jellegre is.

A gyakorlatba mindezt úgy ültettük át, hogy egy választott település közigazgatási területét hatszöges hálóval próbáltuk helyettesíteni. Megnéztük,



1. ábra A kurzus témáit felvonultató "teaser"

mi a különbség a CAD és a GIS világa között, végrehajtottunk néhány egyszerű CAD parancsot, majd az eredményünket (a hatszöges hálót) exportáltuk QGIS-ben kezelhető formátumba. Ezután átnéztük még a térbeli és attribútum alapú szűrést, valamint néhány egyszerű térbeli elemző eszközt (pl. Clip).

A téma meglehetősen elméleti voltából fakadóan itt inkább kutatási kérdéseket tudtunk felsorakoztatni. Az egyik legérdekesebb a fraktál-jellegre vonatkozik: hogyan változik a település kerülete, ha a hatszögek mérete változik?

Területhasználat

A téma bemutatásakor főleg az eltérő használatból fakadó konfliktuszónák (NAGY B. 2005). jelentőségét emeltük ki. Kitértünk az egyes kategóriák helyi (HÉSZ, SZT) és nemzetközi (EUA) értelmezésére is.

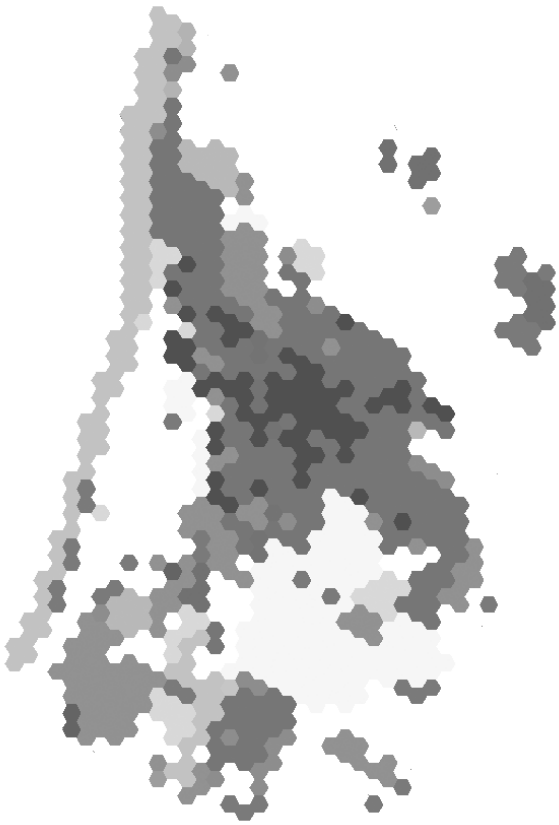
A gyakorlatban a hatszöges hálónak és a valós területhasználati kategóriák (EUA) metszetét (Intersect) hoztuk létre, majd az Excelben felállított logikai összefüggések segítségével megkerestük, hogy az egyes területeken (hatszögeken) melyik a legjellemzőbb területhasználati kategória. Abban az esetben, ha a legjellemzőbb területhasználat aránya egy bizonyos (a kutatószakember által meghatározott) érték alatt maradt, bevezettük a vegyes kategóriát.

A témában feltett kérdéseink a területhasználat elemzésére vonatkoztak, kerestük azokat a területeket (hatszögeket), ahol az eltérő használat alapján potenciális konfliktusövezetet lehet feltárni (*2. ábra*).

Vízhálózat, úthálózat

A víz- és úthálózat település életére gyakorolt hatását a hálózatok tu-lajdonságainak, elsősorban a vonalas elemek szerepének (pl.: mozgás enedélyezése, iránya) áttekintésére építettük fel. A téma gyakorlati jelentőségét figyelembe véve, az elméletet gyakorlati, elemzési kérdések és ezek modellezési lehetőségeinek bemutatására használtuk.

A már meglévő, területhasználati modellt tovább építettük az OSM vonalas adataival. A hálózat szerepét több, egymásra épülő modell segítségével szemléltettük. A hatszöges hálót és a vonalas elemeket összemetszettük. Ezt követően szűrőeszközökkel megkerestük azokat a területeket, amelyek érintettek voltak a hálózat valamely elemével, vagy az EUA vagy az OSM attribútumok alapján (dummy modell). Vizsgáltuk, hogy ezek a szakaszok milyen hosszan érintik az egyes hatszögeket (hossz modell). Következő lépés-ben ezeknek a területeknek a közvetlen szomszédaira, majd pedig



2. ábra A területhasználat modellje Dunakeszi példáján (a konfliktuszónák feketével kiemelve)

vonzskörzetére fókuszáltunk (puffer modell). Megkerestük azokat a területeket, ahol a hálózat hiánya vagy sűrűsödése volt jellemző. Utóbbi esetben kitértünk a lehetséges különbségekre és magyarázó tényezőkre is.

Kérdéseinkkel olyan tényezőkre hívtuk fel a figyelmet, amelyek a mindennapi élet vagy a települési tervezés és szabályozás szempontjából térinformatikai háttértámogatást igényelhetnek. Hol (és hogyan) hasznosítható a víz- és úthálózat (strand, iparterület), hol kell a hálózat megléte miatt problémákkal (pl.: árvíz) számolni.

Elérhetőség

Az elérhetőség elméleti része szintén a hálózat tulajdonságaira, a pontszerű elemekre, a különböző ellenállási tényezők, azok mozgást befolyásoló szerepére (tiltás, korlátozás) irányultak.

A gyakorlatban ez azt jelentette, hogy az úthálózatot leképeztük a hat-

szögek élére. A modellezés során figyelembe vettük az úthálózat hatszögön belül megtett útszakaszának görbületét, azért, hogy a modell a lehető legpontosabban adja vissza az útszakaszok jelelmzőit (*3. ábra*). Az ArcGIS Network Analyst eszközét felhasználva hossz- és időtávolságokat építettünk a modellbe, így végeredményben a felépített hálózat alkalmassá vált navigációs kérdések megválaszolására.

A témához kapcsolódó kérdéseink olyan problémákra hívták fel a figyelmet, amelyek piaci szereplők számára fontosak: az egyes ellenállási tényezők (időszakos vagy állandó behajtási tilalom, jármű méretének korlátozása, sebességkorlátozás, útszakasz díja) figyelembevételével, mely útvonalat optimális igénybe venni két vagy több pont között az egyes szereplőknek (pl.: postás, pék).



3. ábra Az úthálózat az OSM adatok alapján és a felépített elérhetőségi modell szerint

Pontszerű elemek

A poligon és vonalas elemek beépítése után sorra vettük a pontszerűe-ket is. Települési léptékben ezeket az érdekes pontokat (POI) az OpenStreetMap adatbázisából nyertük ki az Overpass Turbo oldalán keresztül (Overpass Turbo). A nyers pontadatok helyett attribútumokat is szerettünk volna mellétenni, így betekintettünk az automatizálási lehetőségek témaköré-be, alapszintű programozási ismeretekkel bővítve a korábbiakat.

Technikailag az Overpass Turbo oldalán kiválasztott kivágatban a kívánt típusú POI-k nyers pontadatai helyett az .XML fájlokat használtuk és alakítottuk át egy általunk készített Excel makró segítségével adatbázissá.

A nyert POI adatok a korábbi információkkal kombinálva szinte korlátlan vizsgálati kérdést kínálnak. A településen hány iskola van iparterületek 100 méteres körzetében? Hány orvosi rendelő található a településen? Az élelmiszerboltokat hogyan tudja legrövidebb úton érinteni a kenyérszállító? A sort lehetne folytatni, a kérdéseknek csak a kutató-szakember fantáziája, kí-váncsisága szab határt.

Vonzáskörzet

A gravitációs modell, potenciálszámítás és a különféle centrum-periféria elméletek (Nemes Nagy J. 2009) bemutatása mellett fontosnak tar-tottuk, hogy a már korábban megszületett vonzáskörzet tipizálások is bemuta-tásra kerüljenek (Haggett P. 2006). A vonzáskörzet lehatárolásakor a leg-egyszerűbb puffer-zóna számítástól indultunk és az ellátó körzetek (Service Area) számításánál fejeztük be.

A modellezett település már meglévő adatait felhasználva kiválasztottunk néhány olyan elemet, amelyeknél van értelme a vonzáskörzet vizsgálatának, majd elkészítettük a vonzáskörzetet puffer-zóna rajzolásával és a Network Analysis segítségével is és összehasonlítottuk a kettőt.

A vizsgálati kérdések egy új típusa kerülhetett be az eddigiek mellé a téma feldolgozását követően. Hány vendéglátóegység található a városközpont 500 méteres körzetén belül? Hány látványosságot találunk a szálláshelyek 5 perces közelében (sétálva)? Hol húzódik két megálló vonzáskörzetének határa?

Összefoglalás

A kurzussal a távlati célunk az volt, hogy a településfejlesztési, -rendezési „játéknak" az alapadatait összegyűjtsük, összeállítsuk. Rövidtávú célunk pedig, hogy a hallgatók számára egy olyan, hétről hétre épül, bővülő tudásanyagot kínáljunk, amely segíti a rendszerben gondolkodás erősödését, fejleszti a kreatív problémamegoldó készséget, tudományos-szakmai kérdésfelvetésre ösztönöz és végül, de nem utolsó sorban gyakorlatban is hasznosítható tudást nyújt a hallgatóknak.

Egy kurzus sikerességét természetesen csak utólag lehet megítélni. Pozitív visszajelzés azonban már most is számtalan érkezett, így reméljük a lelkesedés kitart és a kurzus folytatásán is felbukkannak a mostani résztvevők.

Felhasznált irodalom

Haggett P. (2006): Geográfia. Globális szintézis, Typotex, Budapest, 842 p.

Nagy B. (2005): A település, az épített világ, B+V Lap- és Könyvkiadó Kft., Budapest, 486 p.

Nemes Nagy J. (2009): Terek, helyek, régiók: A regionális tudomány alapjai, Akadémiai Kiadó, Budapest, 350 p.

EUA–Europe Urban Atlas: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas

OSM–OpenStreetMap: http://www.openstreetmap.hu/

Overpass Turbo–Overpass Turbo: http://overpass-turbo.eu/

A NATéR (Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer) fejlesztés

Orosz László[1] – Mattányi Zsolt[2] – Turczi Gábor[3] – Kajner Péter[4] – Simó Benedek[5] – Vikor Zsuzsanna[6]

[1] NATéR munkacsoport vezető, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, orosz.laszlo@mfgi.hu;
[2] NATéR projektvezető, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, mattanyi.zsolt@mfgi.hu;
[3] igazgató-helyettes, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, turczi.gabor@mfgi.hu;
[4] NATéR projekt menedzser, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, kajner.peter@mfgi.hu;
[5] GIS kutató, fejlesztő, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, simo.benedek@mfgi.hu;
[6] GIS kutató, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, vikor.zsuzsa@mfgi.hu

Abstract: The overall objective of the National Adaptation Geo-information System (NAGiS) project is to develop a multipurpose geo-information system that can facilitate the policy-making, strategy-building and decision-making process related to the impact assessment of climate change and founding necessary adaptation measures in Hungary. The establishment and operation of NAGiS represent the first essential step towards the efficient solution of the climate change problems. It focuses on the evaluation of negative effects of climate change regarding water management, biodiversity and land use. For this very reason the system establishes a countrywide database with reliable indicators, serving as the basis for a methodology analysing the effects of climate change, as well as the modelling of such effects.

Bevezetés

A Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATéR) átfogó célkitűzése egy olyan többcélú felhasználásra alkalmas adatrendszer kialakítása, amely objektív információkkal segíti a változó körülményekhez igazodó, rugalmas döntés-előkészítést, döntéshozást és tervezést. A NATéR felhasználhatóságának kiindulópontját a természeti erőforrások és a környezeti terhelések, igénybevételek helyzete, a humán, társadalmi-gazdasági igények alakulása, valamint az országos és térségi alkalmazkodási, felkészülési stratégiák tervezési szükségletei határozzák meg.

A Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer létrehozásának törvényi alapját az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye és annak Kiotói Jegyzőkönyve végrehajtási keretrendszeréről szóló 2007. évi LX. törvény 3. §-a teremtette meg. A törvényi felhatalmazás alapján került elfogadásra a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer működésének részletes szabályairól szóló 94/2014. (III. 21.) Korm. rendelet, valamint 2014 májusában a NATéR Üzemeltetési Szabályzata is. A NATéR a rendeletben meghatározott keretek között, az adatok felhasználásával készült származtatott mutatók, elemzések és hatástanulmányok alapján információt biztosít az ország éghajlati állapotáról, az éghajlatváltozás és egyéb hosszú távú természeti erőforrás-

gazdálkodással kapcsolatos stratégiai kockázatok hatásairól, valamint az ezekhez való alkalmazkodási lehetőségekről. A NATéR üzemeltetését a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI) látja el.

A Magyar Földtani és Geofizikai Intézet 2013-ban a rendszer létrehozására támogatást nyert az Európai Gazdasági Térség (EGT) Támogatási Alaptól[1]. A NATéR Projekt az EGT Támogatási Alap által finanszírozott Alkalmazkodás az Éghajlatváltozáshoz Program egyik fő eleme. E program alapkezelője a Közép- és Kelet-Európai Regionális Környezetvédelmi Központ (REC). Az MFGI Nemzeti Alkalmazkodási Központja (NAK) felel a NATéR Projekt megvalósításáért. A Projekt megvalósítása 2013. szeptember 24-től 2016. április 30-áig tart. Lezárása után lesznek teljes körűen elérhetők eredményei.

Célok

A NATéR projekt általános célja, hogy olyan többfunkciós térinformatikai rendszert fejlesszen ki, mely jelentősen elősegíti a klímaváltozás hatásaira való felkészülést szolgáló jogalkotást, stratégiaépítést, döntéshozást és a szükséges konkrét alkalmazkodási intézkedéseket Magyarországon. A NATéR projekt három fő, konkrét célkitűzése:

- *Térinformatikai rendszer és metaadatbázis létrehozása.* Az elsődleges cél az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodással kapcsolatos döntéseket támogatni egy többcélú, felhasználóbarát térinformatikai rendszer létrehozásával és működtetésével. E rendszer különböző tematikus téradatbázisokból levezett/származtatott eredményeken alapul. Az adatrendszereken való tájékozódást, a rendszer dokumentálását, a feldolgozási folyamatok rekonstruálhatóságát szolgálja a kapcsolódó metaadatbázis.
- *Módszertani fejlesztés.* Második fő célja a Projektnek az éghajlatváltozás területi hatásainak elemzését, és az ehhez kapcsolódó adaptációs módszereket szolgáló adatgyűjtés, feldolgozás, klímamodellezés, elemzés és sérülékenységvizsgálat módszertanát továbbfejleszteni, a Nemzeti Téradat Infrastruktúrába illeszkedően.

1 A támogatási rendszer a jelenlegi, 2016-ig tartó időszakban 15 EU-tagállamot érint, köztük Magyarországot is. A 2009-2014-es időszakra az EGT Alap és Norvég Alap kerete 1,79 millió Euro, melynek kb. 97%-át Norvégia biztosítja. A program keretében, 2011 októberében aláírt egyetértési megállapodás szerint, Magyarország számára 153 millió eurós keretösszeg áll rendelkezésre, amely 12 program megvalósítását segíti. A legjelentősebb forrás a környezetvédelem, a kutatás-fejlesztés és a civil szervezetek kapacitásfejlesztésének területére jut.

NATéR portál kialakítása. Harmadik fő cél egy internetes alapú, klímapolitikai információs csomópont kialakítása. A portál segítségével minden érdeklődő megbízható, objektív információkhoz juthat az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodást érintő és azt befolyásoló szakpolitikai területekről. A NATéR portál az alapadatokból származtatott és feldolgozott információkat tesz majd hozzáférhetővé a széles nyilvánosság számára.

Célcsoportok és várt eredmények

A projekt elejétől fogva szem előtt tartja azokat a célcsoportokat, akik számára az eredmények első körben készülnek. Mivel a potenciális érdeklődök köre a laikus érdeklődőktől a politikai döntéshozókig terjed, kiemelten fontos, hogy mindenki a számára ideális formában kapjon választ a kérdéseire. Az egyes célcsoportok hozzáférési lehetőségét a NATéR Kormányrendelet, illetve az Üzemeltetési szabályzat definiálja. Az alábbi négy célcsoportotra koncentrál a projekt:

- *döntéshozók, döntés-előkészítők:* a NATéR elsődleges célcsoportja – országos, regionális, és helyi szinteken – természeti erőforrások tartamos használatával, az ágazati szakpolitikákkal, a területi tervezéssel, területrendezéssel, településfejlesztéssel kapcsolatos központi és területi közigazgatási döntések felelősei,
- *gazdaság- és infrastruktúra-fejlesztés, beruházások, területhasználat:* a NATéR információi egyrészt segíthetik a környezeti szempontokat figyelembevevő tervezést a gazdaság-, infrastruktúra- és vidékfejlesztésben, beruházásokban, másrészt információkkal szolgálhat e fejlesztések környezetvédelmi engedélyeztetése során,
- *tudományos kutatás:* a NATéR keretében kifejlesztett alapadatbázis, mely a nagytérségű, hosszú távon ható, „begyűrűző" változásokkal (pl. biodiverzitás alakulása, éghajlatváltozás stb.) kapcsolatos hatásokat jellemző információkat is tartalmazza, kiindulási alapot nyújthat az alkalmazott kutatási szektor számára.
- *közvélemény tájékoztatása:* a NATéR származtatott eredményei hozzáférhetőek lesznek a civil szervezetek, a média és a társadalom minden érdeklődő tagja számára, akik a NATéR tágabb felhasználói körét képezik.

Az EGT támogatással zajló projekt a NATéR rendszer hosszú távú működtetését alapozza meg. A fejlesztések – melyek részben már jó úton vannak a megvalósulás felé – a projekt 2016. április végi lezárása után is

a klímapolitikai, alkalmazkodási tervezést fogják szolgálni. A főbb várt eredmények:

- *A NATéR adatbázis* létrehozása, mely tartalmazza a hatástanulmányok alapján származtatott és az új GIS-adatokat, magában foglalja a klímaváltozással, vízgazdálkodással, földhasználattal és biodiverzitással kapcsolatos indikátorokat, emellett biztosítja más adatbázisokban tárolt adatok elérését.
- *Multifunkciós metaadatbázis* felállítása, amely a különböző adatforrásokat és az adatokon elvégzett műveleteket dokumentálja.
- *Gyakorlati útmutató (kézikönyv) és speciális vizualizációs rendszer* az információk terjesztéséhez, mely magában foglal egy felhasználóbarát weboldalt, illetve egy könnyen használható és a nagyközönség számára is elérhető, web alapú GIS-alkalmazást.
- *Tanulmányok és esettanulmányok* a klímaváltozás lehetséges hatásairól a vízgazdálkodás, biodiverzitás, földhasználat témakörökben, melyek elősegítik a megfelelő alkalmazkodási stratégiák kialakítását, a törvényhozást, valamint a tervezési és döntési folyamatokat.
- *Műhelymunkák* az érdekeltek számára az eredmények gyakorlati információinak megosztása, és a rendszer használatának megismertetése céljából.

NATéR adatbázis, adatkörök, feldolgozás

A NATéR projekt egyik fő terméke egy adatbázis, pontosabban több adatbázis egységes rendszere. Az adatbázisok adatgazdái a projekt különböző szintű résztvevői, akik a projekt céljait szolgálandó adatokkal látják el a szintén a projekt keretében születő modelleket. (*1. táblázat*).

A NATéR projekt során az egyes adatkörök feldolgozása klasszikus asztali GIS környezetben történik. Az alapadatokat a projekt belső szerverén tároljuk. Ehhez még az MFGI-n belül is eltérő jogosultsággal lehet hozzáférni, MFGI-n kívülről nem elérhető. Az adatkörök tartalmukat tekintve is hagyományosnak mondhatóak, egyes esetekben azok mennyisége támaszt kiemelten optimalizált adatkezelési (tárolás, lekérdezés, megjelenítés) eljárásokat. Ez első körben adatbáziskezelési feladatokban nyilvánul meg.

A projekt szakemberei a beérkezett adatokra építik fel azokat a modelleket, melyek segítségével a NATéR saját eredményei előállíthatók. A modellek maradéktalan dokumentáltsága és megismételhetősége elsődleges szempont. A projekt szigorúan úgy építkezik, hogy minden folyamat egy újabb vagy módosított adatsorral újra futtatható legyen, így a friss eredmények

1.táblázat NATéR adatkörök és adatgazdáik

adatkör	adatgazda
Meteorológiai mért adatok	Országor Meteorológiai Szolgálat(OMSZ)
Klímamodell eredmények	OMSZ, ELTE Meteorológiai Tanszék
Felszíni és felszín alatti vizek adatai (vízgyűjtő karakterisztika, vízmérce adatok, vízhálózat stb.)	Országos Vízügyi Felügyelet (OVF),
MFGI	
Felszín közeli földtan	MFGI
Felszínborítás	CORINE
Talajra vonatkozó adatok (talajtípusok, talajok állapota és minősége)	MTA Talajtani és Agrokémiai Intézet
Természetvédelmi és ökológiai adatok (TIR, MÉTA)	MTA Ökológiai Kutatóközpont Ökológiai és Botanikai Intézet
Társadalmi-gazdasági adatok	KSH
Domborzatmodell	MFGI
Közigazgatási alapadatok	Földmárási és Távérzékelési Intézet (FÖMI)

folyamatos beépítése biztosított legyen. (*1. ábra*).

A NATéR publikus felületén megjelenő adatok és eredmények szigorúan a projekt saját adatai és eredményei. A más adatgazdák által szolgáltatott alapadatok legfeljebb metaadat szinten fognak megjelenni a projekt eredményei között.



1. ábra Példa egy NATéR modellezési folyamatra: dinamikus vízföldtani modell

Informatikai infrastruktúra, eddigi eredmények

A NATéR az MFGI informatikai infrastruktúráját használja. Ehhez két saját szerverrel járult hozzá: egy adatbázisszerverrel és egy térképszerverrel. A projekt mind deszktop, mind szerver oldalon Windows alapú környezetben folyik, MsSQL adatbázisháttérrel és ESRI térinformatikai megoldásokkal.

A projekt eredményeit a nater.mfgi.hu vagy nagis.hu címen jelenleg is működő portálról lehet majd elérni. A mostani frontális tartalom 2015 végére kiegészül egy regisztrálórendszerrel és szakmai párbeszédre alkalmas interaktív megoldásokkal. E mellett meg fog jelenni a térképi tartalom is, melyet a projekt eredményeinek egyik leghatékonyabb közvetítő médiumának szánunk.

A térképszerver (ESRI ArcGIS Server) a jogosultságok függvényében teszi lehetővé a tartalom megtekintését. A főbb szolgáltatások a következők lesznek:

- hagyományos webes térképi böngészés;
- térképi tartalom szűrése, keresése
- adatok exportálása, nyomtatás
- WMS, WFS szolgáltatások
- riport generálás: adott területre és adott tematikára pdf formátumban letölthető szakvélemény generálása

A térképen megjelenő tematikák

- Hegy- és dombvidéki települések villámárvíz veszélyeztetettsége.
- Nagyobb vízfolyások vízjárásának elemzése klímakitettség szempontjából.
- Ivóvízbázisok klímaérzékenység vizsgálata, (ellátási körzetek sérülékenysége).
- Mezőgazdasági területek klímasérülékenység vizsgálata.
- Erdészeti területek klímasérülékenység vizsgálata.
- Természetes élőhelytípusok klímaérzékenység vizsgálata.

A térképi tartalom mögötti adatbázis a már korábban írtak szerint csak a NATéR projekt során született más adatokból levezetett és/vagy modellezett redményeket tartalmaz majd.

Összefoglalás

A NATéR projekt bemutatott rendszere egy alapjaiban GIS módszerekkel dolgozó döntéselőkészítést és tervezést támogató rendszer. A rendszer a felelős adatgazdák adataira épül, azok nélkül működésképtelen. A projekt célja az adatintegrálást követő céltematikák előállítása.

A tervezett rendszer számos felhasználási lehetőséget kínál a felhasználók tervek szerinti széles köre felé. A hasznosítás lehetséges területei:

- a klímaváltozás következményeihez kapcsolódó sérülékenységi értékelések és jobb klímamodellezés alapjainak lefektetése minden érintett szektorban, így javítva az alkalmazkodóképességet
- megfelelő katasztrófa kockázatkezelési stratégia elkészítése, mely segíti a kockázatcsökkentést
- a klímaváltozás negatív hatásainak csökkentése és alkalmazkodási intézkedések érvényesítése a nemzeti fejlesztési szerveknél és ágazati stratégiákban, különös tekintettel a közlekedés, energia, erdészet, infrastruktúra és épületek, biodiverzitás, mezőgazdaság, vidékfejlesztés, migráció, szociális és egészségügyi politikákra.

A kapcsolatháló-elemzés alkalmazási lehetősége a munkaerőpiaci vonzáskörzetek lehatárolásában

Pálóczi Gábor[1] – Pénzes János[2]

[1] PhD hallgató, DE TTK Társadalomföldrajzi és Területfejlesztési Tanszék, paloczig@gmail.com;
[2] egyetemi adjunktus, DE TTK Társadalomföldrajzi és Területfejlesztési Tanszék, penzes.janos@science.unideb.hu

Abstract: Challenges affecting the local employment situation of each settlements are influencing other settlements relating to them by the network of commuting. In the current investigation structural units are delimited with the help of the (social) network analysis. These territorial units make the basis for additional researches of these issues.

Bevezetés

A területi kutatások egyik nehezen mérhető és elemezhető jelensége a térbeli áramlások kérdése. A településközi kapcsolatok számos dimenzióban értelmezhetőek, egyik ilyen áramlás a munkahelyre való ingázás, amely széleskörben kutatható a népszámlálási adatgyűjtésnek köszönhetően (Kiss, J. P.–Szalkai, G. (2014); Pénzes, J., Molnár, E.–Pálóczi, G. 2014) A kapcsolatok nagy száma és a hálózat összetettsége miatt komplexitásában nehezen megragadható és szemléltethető jelenség. Tanulmányunkban a településközi kapcsolatok elemzését egy gráfelméleti alapokon nyugvó módszer, a kapcsolatháló-elemzés felhasználásával szeretnénk megvizsgálni. Jelen munkánk célja olyan funkcionális egységek meghatározása, amelyek a helyi munkaerőpiaci vonzáskörzetekkel összeegyeztethetően értelmezhetőek a hálózat dimenziójában.

A kapcsolatháló-elemzés módszertana

A hálózattudomány elméleti alapjait a gráfelméletnek köszönheti, amelynek története Euler (1736) königsbergi hidak néven elhíresült problémájának megoldásával kezdődött. A legfőbb elméleti alapokat a matematika és fizika tudományának művelői dolgozták ki, valamint manapság is ezekről a területekről érkezik a legtöbb tudományos eredmény. A társadalomtudományokon belül a szociológiai alkalmazása kezdődött legkorábban, a XIX. században. Később más tudományágak is felismerték a hálózatkutatásban rejlő lehetőségeket, így alkalmazzák többek között az

orvostudomány, közgazdaságtan, informatika, vagy akár a bölcsészettudomány területén is (Letenyei L. 2005).

A módszertan megközelítési módjának köszönheti népszerűségét, ugyanis az általánosan alkalmazott analitikus és kontextuális ismérvektől eltérően a kapcsolatháló-elemzést az ún. relációs adatok elemzése jelenti. Az analitikus ismérv az egyedhez/településhez elválaszthatatlanul hozzátartozó információ, például a munkanélküliek aránya. A kontextuális ismérv adott település mutatóját hasonlítja a környezetének azonos mutatójához, így eldönthető, hogy adott téregységben, például a munkanélküliség aránya kedvezőnek vagy kedvezőtlennek tekinthető-e. A relációs ismérv mindezekkel szemben mindig két település közötti kapcsolat meglétét, esetenként erősségét jelöli bizonyos téren (munkahelyre ingázás, közlekedésföldrajzi kapcsolatok).

A kapcsolatháló-elemzésen belül makro- és mikroszintű vizsgálatokat különböztethetünk meg. A makroszint a teljes hálózat jellemzésére irányul, míg a mikroszint, vagyis az ún. egoháló vizsgálatok köre az egyes települések hálózatban elfoglalt szerepét tárja fel. (Letenyei L. 2005).

A térkapcsolatok értelmezése a regionális tudományban

A térkapcsolatok intenzitása, nagysága és egyenlege felfogható fejlettségi indikátorként is: a fejlett, dinamikus térségek sokirányú és intenzív belső- és külső kapcsolatokkal rendelkeznek, míg a periférikus térségekben a kapcsolatok gyengesége, egyoldalúsága jelzi a problémák meglétét (Nemes Nagy J. 2009). A periférikusság lehatárolása mellett a hálózatok elemzésének fontos szerepe lehet a vonzáskörzeti lehatárolás során is.

A hazai társadalomföldrajzi, regionális tudományi szakirodalomban a kapcsolatháló-elemzés módszertana egyre nagyobb teret nyer. Születtek publikációk tudományos együttműködési (Vida Zs. V. 2012); turisztikai (Madarász E.–Papp Zs. 2013), bankközi elszámolásforgalmi (Pál Zs. 2014), valamint a közlekedési hálózat (Géber J. 2007, Pálóczi G.–Pénzes J. 2011) témakörében is.

A regionális tudomány térkategóriái, úgymint a határ, centrum-periféria, szomszédság, távolság, irány fogalmaknak megtalálhatóak a megfelelői, illetve értelmezhetőek a hálózatkutatásban is (Vida Zs. V. 2013).

A helyi munkaerőpiaci vonzáskörzetek kérdésköre

A helyi munkaerőpiaci vonzáskörzetek (angolul Local Labour System

– rövidítve LLS) a funkcionális várostérségek lehatárolásának egy módját jelenti. A funkcionális várostérségek alapgondolata arra az elképzelésre vezethető vissza, hogy város és vidéke csak integrált egészként szemlélve működtethető és fejleszthető hatékonyan (EU 2011, Pénzes J.–Molnár E.–Pálóczi G. 2014). Tanulmányunkban ismertetett lehatárolás e gondolathoz köthető, azonban módszertanában és a fogalomtartalma szempontjából különbözik tőle.

Felhasznált adatok

A vizsgálat adatforrását a 2011-es népszámlálás ingázási adatsora jelenti. A hálózat egyes pontjai, csúcsai a vizsgálati terület 3 megyéjének (Borsod-Abaúj-Zemplén, Szabolcs-Szatmár-Bereg és Hajdú-Bihar megye) 669 települése, míg az összekötő összesen 12805 él az egyes települések között jelentkező munkavállalói ingázás. A hálózat nem tartalmazza a vizsgálati területen kívülre (más megyébe, külföldre), valamint a változó településre irányuló munkavállalási kapcsolatokat.

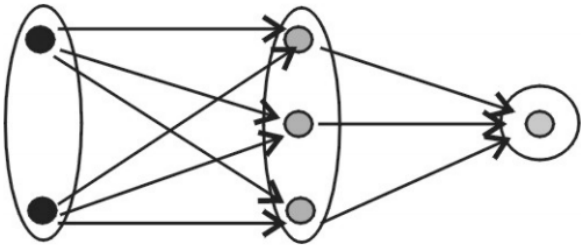
A vizsgált ingázási gráf irányított (digráf) és dichotomizált (0: nincs kapcsolat; 1: van kapcsolat), vagyis az egyes élek a kapcsolat irányát is jelölik, azonban az áramlás nagyságát nem.

A kapcsolatháló-elemzés végrehajtásához számos szoftver készült, többek között egy ArcGIS Arctoolbox is (ComplexNetGIS; Caschili, S. 2010). Kompatibilitási problémák miatt, végül a vizsgálatok elvégzéséhez a hálózatelemzés céljára készített UCINET programcsomagot használtuk fel (Borgatti, S.P.–Everett, M.G.–Freeman, L.C. 2002).

Strukturális ekvivalencia

Az ingázási hálózat azonos szerepkörű tagjainak azonosításához a strukturális ekvivalencia számítást alkalmaztuk. A módszer segítségével lehetőség nyílik a hálózati szempontból megközelítőleg azonos helyzetű csoportok azonosítására. Két település akkor ekvivalens strukturálisan egymással, ha azonos településekkel vannak kapcsolataik. Az ingázási mátrixban ez úgy jelenik meg, hogy a két település oszlopai és sorai megegyeznek egymással. Ha két szereplő strukturálisan ekvivalens akkor tetszőlegesen felcserélhetőek, összevonhatóak, tehát a komplex hálózat áttekinthetőbbé tehető (*1. ábra*).

Természetesen a valódi hálózatok esetében kivételes esetben figyelhető



1. ábra Strukturálisan ekvivalens szereplők (Forrás: Kürtösi Zs. 2005.)

meg a kapcsolatok tökéletes azonossága két szereplő között, azonban a szereplők oszlopai és sorai közötti korreláció számítás segítségével meghatározhatóak olyan csoportok, amelynek tagjainak a kapcsolatai jobban hasonlítanak egymásra. Egyik lehetséges módszer, hogy páronként a települések oszlopai és sorai között kiszámítjuk a Pearson-féle korrelációs együtthatót. Ha két szereplő strukturálisan ekvivalens, akkor a korrelációs együttható értéke 1 lesz. A vizsgálat következő lépéseként a szereplők csoportokba rendezését az ún. interaktív, vagyis a elemző által kontrollált CONCOR (CONvergence of iterated CORrelations) műveletet választottuk. A kiszámított kapcsolatok közötti korrelációs mátrixot felhasználva újból korrelációt számított a szoftver. A korrelációs együtthatók között megfigyelhető korrelációs mátrix sorainak és oszlopainak permutációjával két blokkra választja szét az alapsokaságot. A művelet megismétlésével a csoportokon belül további alcsoportok definiálhatóak. A módszer jelentős hátránya, hogy mindig csak kettős bontásokra képes, azaz mindig páros számú csoportot kínál fel, ami nem feltétlenül tükrözi vissza a valóságot. A módszer részletes ismertetését lásd Kürtösi Zs. (2005).

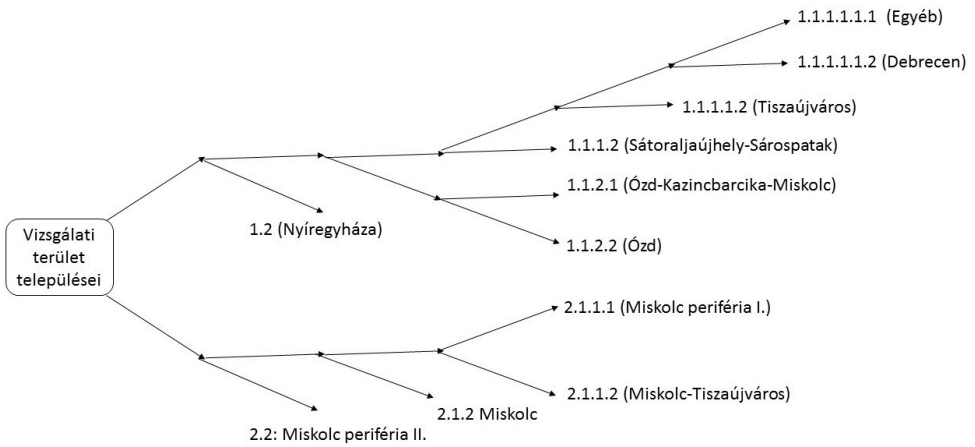
Eredmények

A módszer felhasználásával 10 csoportot sikerült a szoftver segítségével kialakítani (*2. ábra)*. A legnagyobb, 457 települést tartalmazó csoportot az 1.1.1.1.1.1. kóddal jelölt, Egyéb elnevezésű blokk képezi. Ehhez a csoporthoz olyan települések tartoznak, amelyeknek a kapcsolatrendszere oly mértékben szerteágazó, hogy a felhasznált algoritmus további csoportokat nem tudott definiálni. Ebbe a csoportba tartoznak a hálózat legbefolyásosabb, legtöbb kapcsolattal rendelkező tagjai is, tehát a többi, településnévvel azonosított csoportok egyikében sem szerepel a névadó település (Debrecen, Kazincbarcika, Miskolc, Nyíregyháza, Ózd, Sárospatak, Sátoraljaújhely, Tiszaújváros).

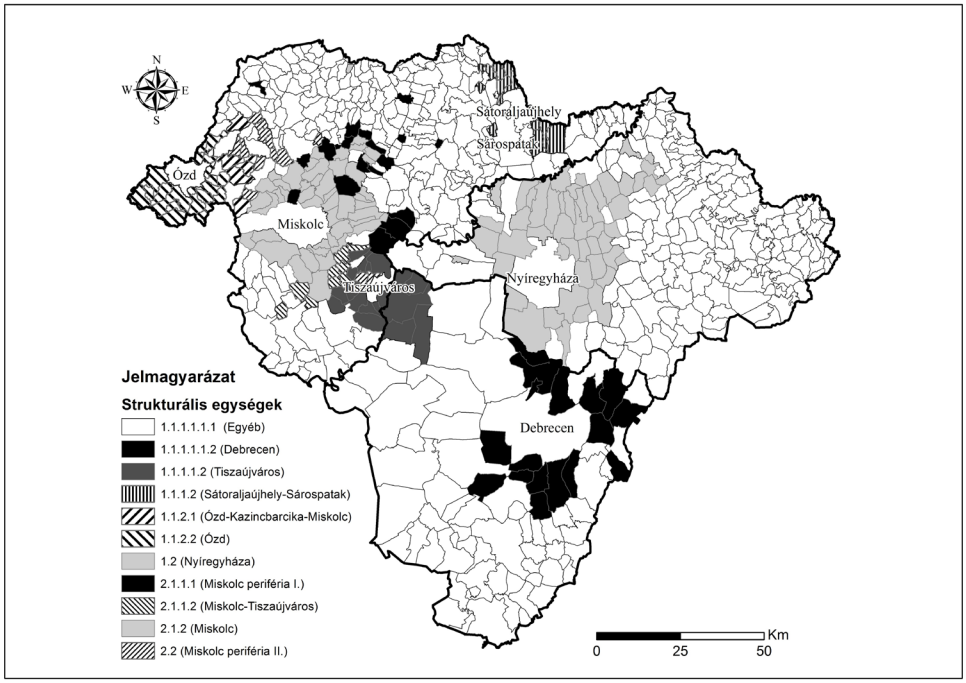
Az alapsokaságból az első csoportosítási lépést követően egy Miskolc által dominált településcsoport vált ki, amelynek Miskolc nem tagja. A térképen látható módon (*3. ábra*) megkülönböztethetünk egy belső kapcsolati csoportot 2.1.2 (Miskolc), illetve két periférikus helyzetű csoportot, amelyek térben szóródva helyezkednek el. E két csoporton belül kohéziós kapcsolatot nem lehet megnevezni. Kiemelendő, hogy a komplex ingázási mátrixban jelen módszertan a kitűzött célt csak korlátokkal képes teljesíteni. Ugyanis a 2.2 Miskolc periféria II.) csoportban jelentős részben a Sajó völgyében található települések találhatóak, de Tiszaújváros közvetlen szomszédságából Sajóörös és Sajószögedet is ehhez a csoporthoz sorolta az algoritmus. A 2.1.1.2 (Miskolc-Tiszaújváros) elnevezésű blokk esetében jól látható, hogy a csoportosítás pontosabb eredményeket adott: az alcsoport megléte indokolható: Tiszaújváros, valamint Mezőkövesd hangsúlyosabb elemként jelenik meg Miskolc belső vonzásviszonyaihoz képest.

A fa másik ágán a második osztódást követően kivált a Nyíregyháza térségében fekvő települések csoportja. A módszertannak megfelelően e csoportot nem csak a Nyíregyháza felé irányuló kapcsolatok, hanem az egymás közötti áramlások is összetartják. A lehatárolásunk a korábbi LLS lehatároláshoz viszonyítva ebben az esetben adja a legjobb közelítést (Pénzes J.–Molnár, E.–Pálóczi, G. 2014).

A következő futtatást követően Ózd szűkebb (1.1.2.2 *Ózd*), valamint a Miskolc és Kazincbarcika felé (1.1.2.1 *Ózd-Kazincbarcika-Miskolc*) jobban kötődő települések váltak ki az alapsokaságból. Az utolsó három esetben a Sátoraljaújhely-Sárospatak, a Tiszaújváros és a Debrecen térségében található települések csoportja volt detektálható, amely jelzi ezeknek a településeknek csoportjuk többi tagjához való alacsonyabb szintű kapcsolódását is.



2. ábra A strukturális egységek fa diagramja



3. ábra A strukturális egységek elhelyezkedése

Megállapítható, hogy a nagy lakosságszámú és szerteágazó ingázási kapcsolatokkal rendelkező települések, valamint a hálózati szempontból izolált, eseti jellegű kapcsolatokkal rendelkező települések nem, vagy csak a kiválasztás egy késői fázisában tudtak kiválni az alapsokaságból.

A lehatárolás eredménye nem felel meg az LLS lehatárolás fogalmának és kritériumainak, mivel a kapcsolatok volumenét az eljárás csak korlátozottan vette figyelembe. Ennek ellenére az eredmények és a módszertani megoldások újszerűnek és továbbgondolásra érdemesnek tekinthetőek a témakörben.

Összegzés

Jelen tanulmány keretei között megvizsgáltuk a kapcsolatháló-elemzés alkalmazási lehetőségét a népszámlálás ingázási kapcsolatrendszerének adatbázisában. A definiált strukturális egységek a települések olyan csoportjai, amelyek munkaerőpiaci szempontból szervesen kapcsolódnak egymáshoz. A csoport tagjait, valamint a domináns vonzásközpontot ért munkaerőpiaci kihívások (létszám- leépítés vagy fejlesztés), áttételesen a csoport minden tagját érinthetik munkaerőpiaci szenzitivitásuktól függően (Alpek B. L.–Tésits R. 2014). A most tárgyalt módszer országos szintű elvégzése indokolt,

valamint érdemes mérlegelni az élek súlyozását a kapcsolatok minőségének megkülönböztetése céljából (Kertész J. 2006, De Montis, A.–Barthélemy, M.–Chessa, A.–Vespignani, A. 2007).

Megállapíthatjuk, hogy jelen dolgozatban tárgyalt módszeren kívül a módszertan számos további vizsgálati lehetőséget tartogat az ingázási kapcsolatok elemzésében (Caschili, S.–De Montis, A. 2013). A módszertan igen magasfokú paraméterezhetősége miatt a további szakirodalmi kutatás alapvető fontosságú (Barthélemy, M. 2011), továbbá megfontolandó a térinformatikai eszköztár felé jobb átjárhatóságot biztosító ComplexNetGIS toolbox modul használata is (Caschili, S. 2010).

Felhasznált irodalom

Alpek B. L.–Tésits R. (2014): A munkaerőpiaci szenzitivitás. Új módszer a magyarországi munkaerőpiac területi, térszerkezeti kérdéseinek feltárásában. Területi statisztika, 17(4), pp. 333-359.

Barthélemy, M. (2011): Spatial networks. Physics Reports, 499(1–3), pp. 1–101

Borgatti, S.P.–Everett, M.G.–Freeman, L.C. (2002): Ucinet 6 for Windows: Software for Social Network Analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies.

Caschili, S. (2010): ComplexNetGIS: a tool for the analysis of complex spatial networks, In: G. Las Casas, P. Potrandolfi, & B. Murgante (szerk..), Informatica e Pianificazione Urbana e Territoriale, pp. 233–242. Melfi: Libria.

Caschili, S.–De Montis, A. (2013): Accessibility and Complex Network Analysis of the U.S. commuting system. Cities, 30, pp. 4–17.

De Montis, A.–Barthélemy, M.–Chessa, A.–Vespignani, A. (2007): The structure of interurban traffic: A weighted network analysis. Environment and Planning B: Planning and Design, 34(5), pp. 905–924.

EU (2011): Cities of Tomorrow. Challenges, Visions, Ways Forward. Brussels. European Union Regional Policy. 116 p.

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.

Kertész J. (2006): Súlyozott hálózatok: a tőzsdétől a mobiltelefóniáig. Magyar tudomány, 167(11), pp. 1313–1318.

Kiss, J. P.–Szalkai, G. (2014): A foglalkoztatás területi koncentrációjának változásai Magyarországon. Területi statisztika, 54(5), pp. 415–447.

Kürtösi Zs. (2005): A társadalmi kapcsolatháló elemzés módszertani alapjai. – In: Településkutatás szöveggyűjtemény (szerk. Letenyei L.), Ráció Kiadó, Budapest. pp. 663-685.

Letenyei L. (2005): Kapcsolatháló-elemzés, In: Településkutatás (szerk. Letenyei L.) pp. 187–248. Budapest: Rátió.

Madarász, E.–Papp, Zs. (2013): Delimiting the "Balaton Riviera" tourist destination by using network analysis. Hungarian geographical bulletin, 62(3), pp. 289–312.

Nemes Nagy J. (2009): Terek, helyek, régiók, Akadémiai Kiadó, Budapest, 350 p.

Pál Zs. (2014): A magyarországi települések közötti bankközi pénzforgalom földrajzi és globális hálózati jellemzőinek vizsgálata. Területi statisztika, 17(2), p. 134.

Pálóczi G.–Pénzes J. (2011): A közösségi közlekedési rendszer térinformatikai vizsgálatának módszerei Hajdú-Bihar megye példáján, In: Lóki. J (szerk.), Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában, Debrecen: Debreceni Egyetem. pp. 443–449.

Pénzes J.–Molnár E.–Pálóczi G. (2014): Helyi munkaerő-piaci vonzáskörzetek az ezredforduló utáni Magyarországon. Területi statisztika, 17(5), pp. 474–490.

Tóth G. (2014): Térinformatika a gyakorlatban közgazdászoknak. Miskolc. 107 p.

Vida Zs. V. (2012): Regionális Tudományi Tanulmányok hivatkozási hálózatai. In: Nemes Nagy J (szerk.) Térfolyamatok, térkategóriák, térelemzés. 272 p. Budapest: ELTE Regionális Tudományi Tanszék, pp. 23-29.

Vida Zs. V. (2013): A térkapcsolatok értelmezési lehetőségei hálózatokon In: Bottlik Zsolt (szerk.) Önálló lépések a tudomány területén. Budapest: ELTE TTK Földtudományi Doktori Iskola, pp. 115-129.

Geoinformatikai és környezetanalitikai módszerekkel történő korbecslés recens fluviális üledéktestekben

Plásztán József Zsolt[1] – Jánószky Mihály[2] – Tóth Csaba Albert[3]

[1] PhD-hallgató, Debreceni Egyetem, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, plasztanj@gmail.com
[2] műszeres analitikus Tiszántúli Környezetvédelmi és Természetvédelmi Felügyelőség, mihaly.janoszky@gmail.com
[3] egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, toth.csaba@science.unideb.hu

Abstract: In our paper we deal with fluvial forms evolved in the last few decades and detection of environmental stress on alluviations, regarding a part of Berettyó River located near Szeghalom. We intended to verify the results of relative age estimation with the analysis of time series of aerial photos, and the change of anthropogenous stress with the change of element concentration derived from shallow drilling samples.

Bevezetés

A természetes vízfolyások esetében többnyire nem találkozhatunk olyan torkolati szakasszal, melynek medre simára kiegyenlített, üledékektől mentes lenne. A vizsgált folyó torkolati szakaszán lejátszódó eróziós-akkumulációs folyamat térben és időben való változásainak hatására fluviális üledékek képződtek, helyeződtek át, vagy éppen emésztődtek fel.

Az írásunkban a Berettyó folyó szeghalmi szakaszának 1,8-2,4 fkm közötti részét vizsgáltuk. A kutatás részét képezte a légi felvételek idősoros kiértékelése alapján a folyó medrében, a szabályozást követő természeti-antropogén folyamatok megértése. Célunk továbbá az utóbbi évtizedekben kialakult folyóvízi formák (sziget- és zátonytesteket) identifikálása, nagyvonalú morfológiai térképezése, valamint az üledéktesteket ért környezeti terhelések kimutatása.

A fluviális geomorfológiai kutatásokban a medermintázat, az üledékformák és azok struktúrájának vizsgálata esetében fontos a mederben uralkodó áramlási-, illetve energiaviszonyok megértése is (Balogh K. 1990, Bridge J. S. 2003). Ezen vizsgálati eredményeinket, valamint a fúrásokban észlelt üledékföldtani megfigyeléseket jelen írásunkban csupán érintőlegesen tárgyaljunk.

A két módszertani megközelítés végeredményeként pedig a vizsgált

folyószakasz medrében képződött recens formák relatív korbecslését tűztük ki célul.

Alkalmazott módszerek

Térinformatikai analízis

Az elmúlt hatvan évben (1950-2010) bekövetkezett változásokat a rendelkezésünkre álló archív légifelvételek tíz időpillanatban (1950, 1951, 1955, 1962, 1963, 1966, 1987, 1990, 2000, 2005) örökítették meg. A fotódokumentációk a Hadtörténeti Intézet és Múzeum, Hadtörténeti Térképtárából, a Földmérési és Távérzékelési Intézet légifilmtárából (fenrol.hu internetes felületről), valamint a Tiszántúli Környezetvédelemi és Természetvédelmi Felügyelőségtől (később TiKTF) származnak. Az idősoros vizsgálat légifotósorozatát kiegészítettük még egy 2010-ben készült Google Earth műholdfelvétellel is.

A légi- és műholdfelvételek EOV vetületi rendszerbe történő transzformálását Global Mapper programban, míg a felvételek egymásra való fedését, a vizsgált felszínformák (szigetek, zátonyok) és egyéb objektumok vektoros állományba való vitelét ArcGIS szoftverkörnyezetben végeztük el. A képtranszformációk alapját a geokorrigált MADOP2000/2005-ös felvételei biztosították. A vetületi transzformáció során átlagosan 8-12 illesztési pont felvételével affin-, illetve polinomiális transzformációkat alkalmaztunk.

Mintagyűjtés, minta előkészítés

A terepi mintagyűjtést 2014 augusztusában végeztük. Az alacsony vízállásnak köszönhetően a zátonytestek gyalogosan megközelíthetőek, könnyen mintázhatóak voltak. Az iszapmintavevő eszközt, melyet a TiKTF Mérőállomása biztosított számunkra Eijkelkamp bolygatatlan magmintavevő típusú. Az eszköz lehetővé teszi maximum 90 cm mélységig a szinte bolygatás mentes, folyamatos magminta vételét. A fúrásból származó magmintákat 5 cm-es közönként szeparálva, zacskókba csomagoltuk.

Az alkalmazott minta előkészítési eljárást a MSZ 21470-50:2006 alapján végeztük. A 65°C-on szárított mintákat homogenizálást követően analitikai mérlegen nagynyomású teflonbombába mértük, majd 5ml 65%-os salétromsavat és 2ml 30%-os hidrogén-peroxidot adagoltunk a mintákra. Az összeszerelt teflonbombákat MILESTON MLS 1200 típusú, nagynyomású roncsoló berendezésbe tettük és előre megírt roncsoló program alkalmazásával kivonatoltuk a mintákat. A feltáró program lefutása után a feltáró bombákat

hagytuk lehűlni. A szobahőmérsékletű bombákat szétszereltük és tartalmukat „nagy tiszta" vízzel szűrőkészülékbe mostuk, melyben 0,45µm pórusátmérőjű steril membránfilteren szűrtük a mintákat. A szűrletet „nagy tiszta" vízzel 100ml-es mérőlombikba mostuk. A 100ml-re történő térfogat beállítás után a mintákat műanyag belsőkupakos tároló edényekbe öntöttük át, ezekben tároltuk a mintákat a mérés időpontjáig. Valamennyi, a minta előkészítés során felhasznált eszközt és edényt 1:9 hígítású salétromsav oldatban áztattunk, majd „nagy tiszta" vízzel mosogattunk el. Az eszközöket levegőn történt szárítás után használtuk fel.

Az alkalmazott elemanalitikai mérő módszer

A feltárt minták elemkoncentráció mérését induktív csatolású plazma – optikai emissziós spektrometriai (ICP-OES) technológiával végeztük el. Megvalósítása THERMO iCAP 6200 készülékkel történt, centrális porlasztó alkalmazásával (Záray Gy. 2006).

Mérések tervezése és kivitelezése

Vizsgálataink tervezésekor 24 elem mérését tűztük ki célul. A vizsgálni kívánt elemeket több hullámhosszon mértük, mivel a kiválasztott elemek között makro és mikro mennyiségű elemtartalmakat feltételeztünk, ezért a kétféle optikai nézet közül az axiális nézetet választottuk. Igyekeztünk a kiválasztott mérővonalakat úgy alkalmazni, hogy a mikro-elemek esetében a legnagyobb relatív érzékenységgel, a makro-elemek esetében pedig a kisebb relatív érzékenységgel bírók szerepeljenek a mérésekben. A készülék nem alkalmas arra, hogy a gázáramlásokat és mintaáramlást a mérőprogramból vezéreljük. Ezért ezeken változtatni nem tudtunk, így a készülék –érzékeny elemekre történő– optimalizálása elmaradt.

A mérések kezdetén a készülék bemelegedési idejének letelte után minden alkalommal, a beépített megoldásokat alkalmazva optimalizáltuk az optikai rendszer működését, illetve a fáklya térbeli beállítását.

Kalibráció:

Mivel egy szekvencián belül makro- és mikroelemeket is mértünk, ezért az elemenkénti kalibrációkat tartományokra bontottuk, ügyelve arra, hogy a feltételezett elemkoncentrációk e tartományokba essenek, illetve, hogy a tartományok legalább öt, nullától különböző pontot tartalmazzanak.

Mérések kiértékelése:

A célkitűzésben szereplő 24 elemből a mérések kiértékelése után 18 elem vizsgálatát végeztük el. A mérési szekvenciák mérésekor a mintákkal azonos módon előkészített CRM mintát is lemértünk, egy mérési szekvencián

belül többször is. A mérőgörbe illesztés megfelelőségének ellenőrzésére a mérési szekvenciában a mérőgörbe pontjaitól független hígítású pontokat is mértünk, szekvenciánkként többször is. A mérések egymással történő összehasonlíthatóságának érdekében bizonyos mintasorozatokat több mérési szekvenciában is elvégeztük.

Eredmények

Légi felvételek idősoros értékelése

A légifelvételek térbeli és geometriai felbontása időben visszafelé haladva jelentősen romlik, ennek ellenére a medermorfográfiai változások –a vízállás függvényében– jól megfigyelhetőek valamennyi felvételen. A felvételek vizuális interpretációja során az összes időpontból származó fotósorozatot felhasználtuk, azonban a térképi tartalom megjelenítésénél az átláthatóság, illetve a fenti okokra hivatkozva (vízállás miatt eltérő arculat, eltérő képminőség okozta bizonytalan meghatározások stb.) az 1963-, 2005- és a 2010-es sorozat elemeit tüntettük fel.

A Berettyó vízrendszer szabályozásának 1865. évi befejezését (Dóka K. 1997) követően, mind a hazai, mind a romániai szakaszokon további munkálatok folytak. E fejlesztések nemcsak a vízfolyás töltésrendszerét, hanem a folyó hullámterét, valamint a medrét is érintették (Hecker L. 1982).

A kéziratos dokumentáció alátámasztja, hogy a felvételsorozaton megfigyelt szeghalmi töltésrendszer 1978-1979 között érte el a jelenlegi helyzetét és méretét. A dokumentációból viszont nem derült ki, hogy az 1,8-2,4 fkm közötti szakaszon történt-e mederáthelyezés, melyet a légifelvételek bizonyítottak (1. ábra). A mederkiegyenesítés során indukált eróziós, majd akkumulációs térszín lokális arculat/tájváltozást okozott, melyeket az alábbi pontokban fejtünk ki (*1. ábra*):

- a 1,8-2,4 fkm mederszakasz, valószínűleg töltésbiztonsági okok miatt áthelyezésre került, melynek pontos időpontja nem ismert,
- az 1950, 1951, 1955, 1962, 1963, 1966-os felvételeken olyan mezőgazdasági parcellák láthatóak a vizsgált hullámtéri szakasz területén, amelyeket a fiatalabb képanyagokon (1987, 1990, 2000, 2005, 2010) a folyóvíz erodált.
- a felvételek azt tanúsítják, hogy a folyó a mederkiegyenesítést követően a hullámtér azon szakaszába is bevágódott, majd rakta le hordalékát, ahol korábban feltehetően ezt nem tette meg,
- a vizsgált mederszelvény a fiatalabb felvételeken (1987, 1990, 2000,

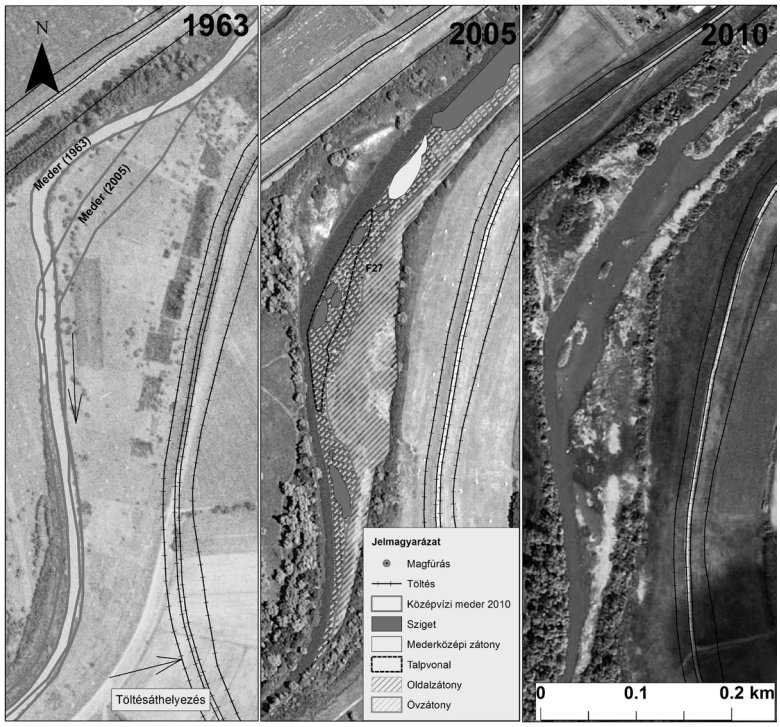
2005, 2010) a korábbiaktól eltérően zátonyokkal, szigetekkel taglalt, középvízálláskor arculata fonatos jelleget mutat,

- az ezredfordulót követő felvételeken pedig jól felismerhetőek az eróziós-akkumulációs makroformák (övzátony, oldalzátony, mederközépi zátony, sziget stb.) annak ellenére, hogy a recens formák között nagyfokú kontinuitás van.

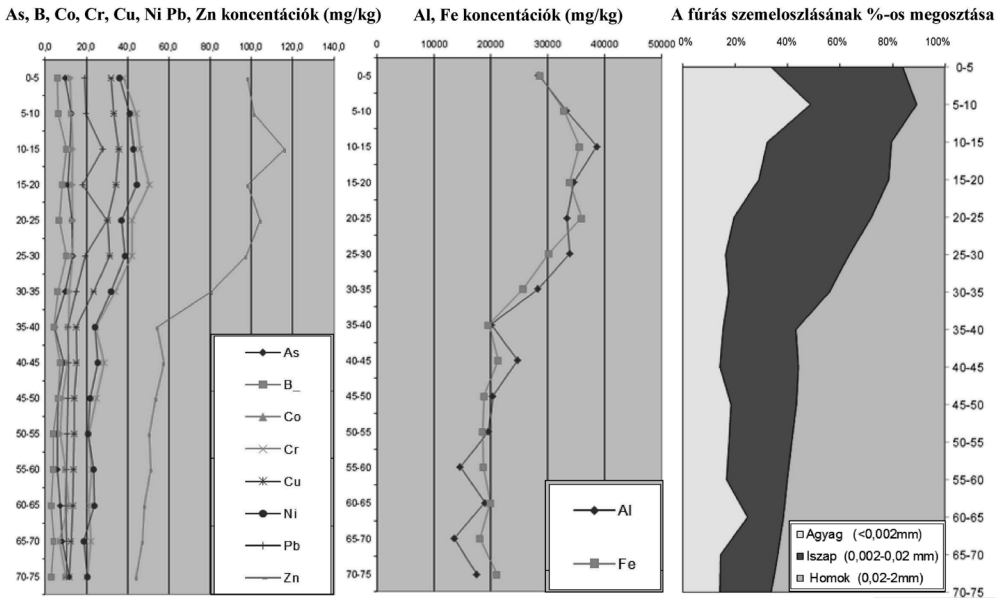
A felvételeken megfigyel folyóvízi formák és folyamatok értékelésénél tehát reálisnak mondható, hogy az 1978-1979 közötti töltés beavatkozáskor feltételezett mederrendezés következtében –akár a mai napig megtalálható– maximum 36 éves recens fluviális üledéktestek képződhettek.

A vizsgálati területen lévő formák pontos identifikálása nem teljesen egyértelmű, azonban a légi- és műhold felvételek egyértelműen bizonyítják a folyómederben bekövetkezetett formakincsek jelenlétét, időbeni változását, a pontos meghatározásukhoz azonban további vizsgálatok szükségesek.

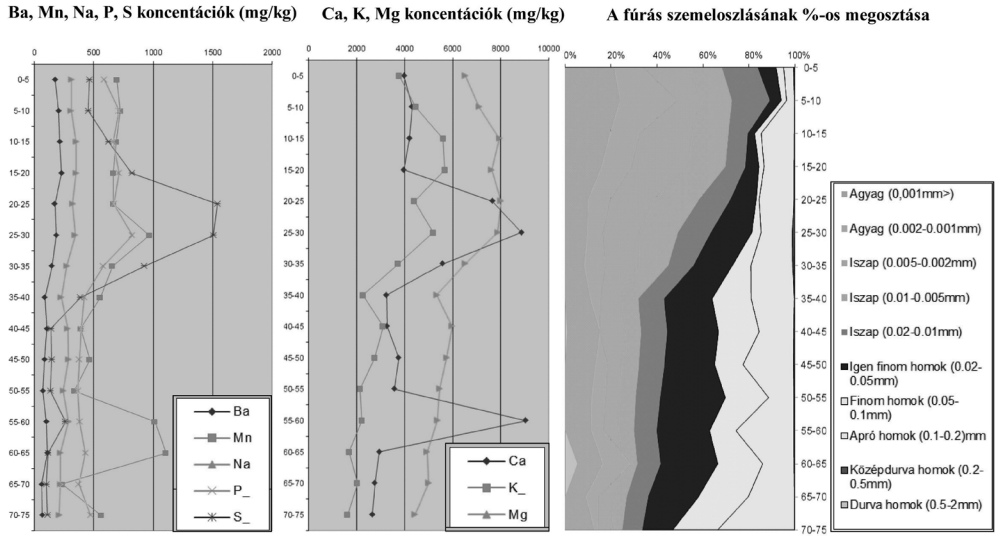
Az archív fotódokumentációk bevonása tehát mindenképpen ajánlott olyan tájváltozási, geomorfológiai kutatásokban, ahol a vizsgált formák méretei lehetővé teszik azok felismerhetőségét, illetve idősoros vizsgálat esetében a formaképződési, tájváltozási ciklus nem haladja meg az 50-60 évet.



1. ábra A Berettyó torkolati, 1,8-2,4 fkm közötti szakaszrészénekmorfológiai, idősoros értelmezése



2/a. ábra Az F27 jelű fúrásban mért elemkoncentrációk grafikonja és a szemeloszlás %-os megoszlása



2/b. ábra Az F27 jelű fúrásban mért elemkoncentrációk grafikonja és a szemeloszlás %-os megoszlása

A fúrásokban mért elemkoncentrációk értékelése

A légi felvételek által feltételezett üledéktestek maximális kora a 2014 augusztusában mélyített magfúrásokban tehát akár a 36 évet

is elérheti. A mintákon elemkoncentráció mérést végeztünk abból a célból, hogy megállapítsuk, az antropogén terhelés időben okozhatott-e koncentrációváltozást az üledékekben.

A mért adatok kiértékelésénél a legideálisabb esetleges markerrétegek kimutatása lenne, de tekintettel arra, hogy a fúrások keresztrétegzett mintázata áramlási közegben kiülepedett üledékeket igazolt, emiatt valószínűsíthető a mintázott üledéktest –akár többszörös– áthalmozottsága is. A minták 24 elemre történő koncentráció mérése mellett, azok általános szedimentológiai tulajdonságai is meghatározásra kerültek, melyek e tanulmányunkban nem kerültek kifejtésre.

Az F27 jelű fúrásminta mérési eredmények elemenkénti, szemrevételezése után az alábbi megállapításokat tettük. Az elemtartalmak a különböző rétegekben igen nagy változatosságot mutatnak, ennek ellenére bizonyos elemek esetében rétegenkénti „együttváltozást" figyeltünk meg (*2/a-b. ábra*).

1. A mintákban mért vas, alumínium, magnézium, kálium, cink, réz, króm, nikkel koncentrációk eltérő nagyságrendűek, mégis jól megfigyelhető, hogy a rétegenkénti változások irányai hasonlóak. Az említett elemek koncentráció változásai a földes részben található iszap mennyiségével is összefüggenek. Megállapíthatjuk még, hogy a homoktartalom növekedésével az előbbi elemek esetében koncentráció csökkenés tapasztalható. Ha megvizsgáljuk a szemcseméret finomeloszlását, azt tapasztaljuk, hogy a fenti elemkoncentráció változások leginkább a 0,005 mm alatti szemcseméret változásával függenek össze.
2. Előbbi összefüggésen túl további „együttváltozást" tapasztaltunk a kén, kalcium, mangán és foszfor esetében. Ezen „együttváltozások" és a szemcseméret eloszlások között az 1. pontban leírtakhoz hasonló összefüggéseket nem találtunk.

A folyóvíz nagymértékű elemkoncentráció változásainak hatásai, a fúrásmintákban az 5 cm közönkénti feldolgozásnak is köszönhetően kiegyenlítettekké válnak. Az elemtartalom változások mindezen okokból kifolyólag, a szemcseeloszlási frakcióként eltérően megjelenő ásványi összetétel változás számlájára írhatók.

Az antropogén hatás elhanyagolhatóságát támasztja alá az a tény is, hogy a folyó fémekkel történő szennyezése a '90-es évek elejétől kezdve folyamatosan csökkent, az egyetlen potenciális szennyezőnél történt környezetvédelmi beruházások, illetve a termelés volumenének jelentős csökkenése miatt. Az illegális bebocsátások valószínűségét szintén a gazdasági helyzet alakulása csökkentette.

Az ásványi hatás dominanciájára utal a vas, alumínium és kálium koncentrációk, valamint a szemcseeloszlás közötti összefüggés is. Igen lényeges összefüggés az is, hogy a homok nem képes az állandónak tekinthető folyóbeli elemtartalmak akkumulálására.

Összegzés

A sekély fúrással alátámasztott, iszapos-homokos medrű Berettyó torkolati szakaszán igen változatos folyóvízi formakincs volt megfigyelhető, amelyek közül a makroformák jól látszódtak a légi- és műhold felvételeken. A vizsgált mederszakaszon és annak szélén található zátonyok, az aktív meder részt képező szigetek, és az épülő folyóhátak jól felismerhetőek, beazonosíthatóak voltak valamennyi felvételen.

A vizsgált szelvényen, az utóbbi 36 évben kialakult mederformák kiváltó oka arra vezethető vissza, hogy egy mederáthelyezés következtében többciklusú bevágódással jellemzett lokális eróziós térszín alakult ki, mely a mai napig tartó, nagyfokú akkumulációval is párosult, mindez pedig a recens formák kialakulását eredményezte.

Az elemanalízis és a szemcseeloszlás mérés alapján megállapítottuk, hogy a vas, alumínium, magnézium, kálium, cink, réz, króm, nikkel elemek esetében az elemek rétegenkénti koncentrációinak változása és a szemcseösszetétel változása között szoros összefüggés van. A mederanyag képződését befolyásoló környezeti tényezők sokszínűsége, továbbá az üledéktest korösszetételének meghatározási problémája alapján nem tudtunk egyértelmű antropogén eredetű szennyezésprofilt megállapítani.

Felhasznált irodalom

Balogh K. (1991): Szedimentológia I. kötet, Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 131-187.

Bridge, J. S. (2003): Rivers and floodplains: forms, processes, and sedimentary record, Balckwell, Oxford, pp. 141-214.

Dóka K. (1997): A Körös és Berettyó vízrendszer szabályozása a 18-19. században, (Egy táj átalakulása), Békés Megyei Levéltár házinyomdája, Gyula, 345 p.

Hecker L. szerk. (1982): Árvízvédelmi nyilvántartási terv, 09.05 Árvízvédelmi szakasz műszaki leírása, Kézirat, TiVIZIG adattára, Debrecen, 27 p.

Záray Gy. szerk. (2006): Az elemanalitika korszerű módszerei, Akadémiai Kiadó, Budapest, 636 p.

Közösségi zajtérképezés vizsgálata

Pődör Andrea[1] – Révész András[2] – Ócsai Attila[1] – Ladomerszki Zoltán[1]

[1] docens, Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar, Geoinformatikai Intézet, podor.andrea@amk.uni-obuda.hu;
[2] fejlesztő, Information Services, Barnsley Council, andrasrevesz@barnsley.gov.uk

Abstract: In this study the authors evaluate the usability of student generated noise maps. There are several application which created for crowdsource noise maps. These applications enable scientist to use the capacity of community, although the row data is not accessible. In the study the unprofessional measurements data and noise maps were compared to official ones. The study confirmed that the mobile applications running on the smartphones tested are not capable for scientific measurement although tendencies suggest that calibration may lead to reasonably accurate noise level capture. The study also revealed that different mobile applications produce different outputs. This type of user generated noise measurements cannot substitute professional surveys but provide additional data for strategic noise mapping and monitoring.

Bevezetés

A zajszennyezés a városi környezete egyik legnagyobb környezeti problémája. A zaj hatással van mindennapi életünkre, sőt akár súlyos pszichológiai problémákat is okozhat. Az Európai Unió különböző szervei felismervén a probléma súlyosságát, megoldásként az un. END-ben (Environmental Noise Directive) meghatározott cselekvéseket határoznak meg az európai városok számára. A direktíva szerint minden olyan agglomeráció esetén, melynek lakossága meghaladja a 250 ezret köteles zajtérképet készíttetni. A magyar idevonatkozó rendelkezés szerint (280/2004. (X.20) minden 100 ezret meghaladó lakosságszámú településnek kötelező zajtérkép készítése, valamint ezen térképeket 5 évente frissíteni kell. A fent említett direktíva részletesen meghatározza a zajmérés végrehajtásának különböző módszereit, a számítások végrehajtásának mikéntjét valamint a zajtérkép készítésének szabályait. A direktíva ugyancsak javaslatokat ad a helyi önkormányzatok számára a zajszint csökkentésére. A zajtérképek költsége igen magas, és az ötévente kötelező frissítés között is számos változás következhet be a zajterhelésben. Ezek vizsgálatára igen alkalmas lehet a közösségi zajtérképezés.

A civilek bevonása a térinformatikai adatok gyűjtésébe, amit sokszor „crowdsourcing”-nak valamint VGI- nak (volunteered geographic information,

Goodchild, M.F. 2007) is neveznek. Magyarországon leginkább ökológiai projekt jellemzőek (pl. harlekin katica projekt, vagy a hüllők országos térképezése), de valószínű, hogy egyre inkább nálunk is teret nyer a civilek bevonása. Az EU is számos olyan projektet támogat, melynek a lényege például a civilek bevonása a katasztrófavédelembe, és a globális felmelegedés monitorozása.

Egy korábbi tanulmányban már vizsgáltuk, az okostelefonok alkalmazhatóságát, összehasonlítva egy professzionális eszköz – Brüel & Kjaer sound level meter type 2250 – mérési eredményeivel (Pődör–Révész 2014).

Ugyancsak az okostelefonokra ingyenesen letölthető alkalmazásokon kívül, számos olyan fejlesztést hajtottak végre, mely a civilek zajmérési kampányba történő bevonását célozza. Ilyenpéldául a Kanjo által tervezett NoiseSpy (Kanjo, E. 2010). Más kísérletek, elsősorban azt célozzák, hogy az un. „gamifikáció" vagyis stratégiai játék , mint például a NoiseBattle és a NoiseQuest (Garcia Marti I.et al. 2013) keretében hogyan lehet minél több felhasználót bevonni a zajmérésbe, ugyancsak az European Environmental Agency is felismerte ennek fontosságát, az általuk működtetett alkalmazás a NoiseWatch. Karolus Jacob (2013) dolgozatában automatikus gépi tanulás (machine learning) technológia segítségével gyűjtött adatokból határozta meg egy terület zajszennyezettségét, hasonló módon működik az Ear-Phone (Rajib, K. R.et al. 2010) nevű alkalmazás is.

Mindegyik alkalmazás a civileket, mint érzékelő szenzorokat használja, ugyanakkor a mért adatok vizsgálati célra nem, vagy nagyon körülményesen hozzáférhetőek, ugyanakkor ezek az adatok más kutatások szempontjából is érdekesek lehetnek. A fent említett megoldások nem vizsgálták a mérések relatív pontosságát, ezért a jelen tanulmány legfőbb célja egyrészt annak vizsgálata, hogy egy átlagos okostelefon mennyire pontos zajmérésre képes, másrészt két viszonylag sokat használt ingyenesen is letölthető zajmérésre alkalmas applikáció összehasonlító elemzése, harmadrészt a hivatalos zajtérkép eredményeinek és okostelefonnal mért zajszintek összehasonlítása.

Anyag és módszer

A zaj emberekre gyakorolt hatása a zaj frekvenciájának különböző spektrumai szerint változik. Nagyon gyakori, hogy a mérések során frekvencia alapú súlyozást alkalmaznak. A zajmérésnél leggyakrabban alkalmazott szűrő az A-szűrő. Ez a szűrő, akárcsak az emberi hang a magas és az alacsony frekvenciájú hangokat kiszűri. Ennek jelölése dBA vagy dB(A).

Az END szerint a stratégiai zajmérések esetén a legfontosabb értékek a „Lday, Levening, Lnight és Lden”. Az Lday, Levening, Lnight és Lden az ISO 1996-2: 1987- ban egy év összes adott időszakaira meghatározott hosszú idejű átlagos A-hangnyomásszint. Egy szakszerű zajszintmérésnél számos paramétert vizsgálnak, ugyanakkor két nagyon fontos tényező vizsgálata nagyon fontos minden mérésnél: a szél sebessége 5m/s alatt kell legyen, és nem szabad, hogy essen az eső, mivel a levegő páratartalma is befolyásolja a zajszintet [284/2007.]

A. professzinális mérés összehasonlítása okostelefonnal történő méréssel

A felmérést 2014.-ben egy Volcraft sl – 100 zajszintmérővel valamint egy Samsung Galaxy Xcover 2 és IPhone 4 okostelefonnal hajtottuk végre. A kísérlet alatt 143 rövididejű zajszintmérés történt. A Samsung telefonon a Sound Meter PRO, az IPhone telefonon a DBlevel szoftvert alkalmaztuk. Ezen vizsgálat során a mérések ugyanazon a helyen és időben lettek végrehajtva.

B. Különböző szoftverek összehasonlítása azonos típusú okostelefonon

A második vizsgálat célja az volt, hogy a összehasonlítsuk két okostelefonra írt szoftver mérési eredményeit két ugyanolyan típusú okostelefonon (Sony Xperia P). Egyrészt a Mobile Essentials (1) Sound Meter PRO termékét valamint a JINASYS (2) Noise meter alkalmazását választottuk. Mindkét terméket számos felhasználó telepítette, különböző modelleken tesztelték ezeket és viszonylag megbízhatónak bizonyultak. Mindkét alkalmazás a beépített mikrofont használja zajszintmérésre. Itt fel kell hívni a figyelmet, hogy az okostelefonok mikrofonját az emberi hang frekvenciájára tervezték 300-3400Hz, 40-60dB. Ezért a „hardver” némi korlátokkal rendelkezik, mivel a 80-100 dB értékek esetén bizonytalan a mérés.

Ezen vizsgálat során a mérések ugyanazon a helyen és időben lettek végrehajtva. Egyperces folyamatos mérés átlagát véve minden 10 percben rögzítettük a mérési adatokat egy meghatározott időintervallumban (6-7, 11-12, 14-15, 17-18, 21-22 órakor). A mérés az úttengelytől mért 8 m-es távolságban történt Gyula legforgalmasabb kereszteződésében.

C. Laikus mérések eredményeinek összevetése a hivatalos zajtérképek eredményeivel

Ezen tanulmány során két zajmérés eredményeit vetettük össze a rendelkezésre álló zajtérképekkel. Az egyik mérést Székesfehérváron hajtottuk

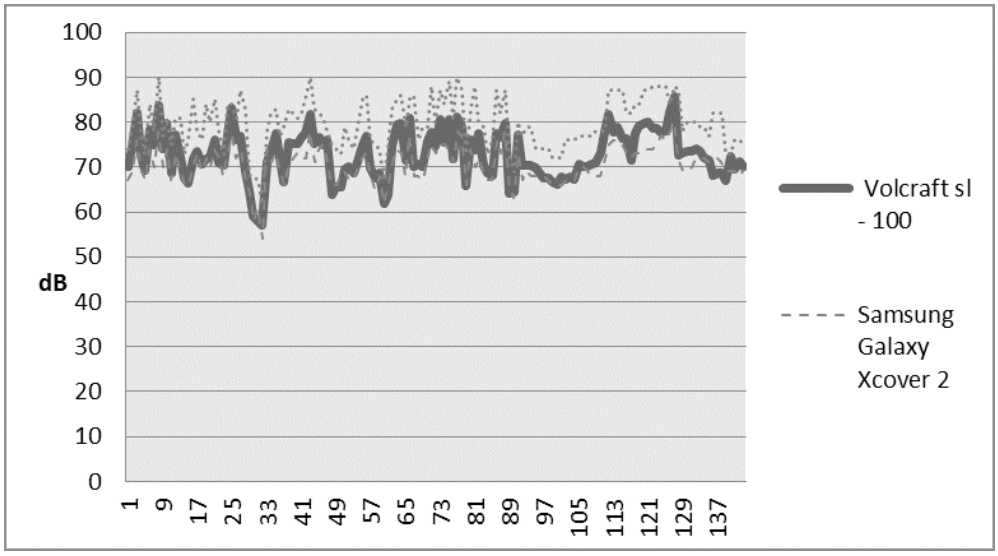
végre 2013-ban, a másikat 2014-ben Budapesten. Az első esetben 51 pont mérése történt, a második esetben 141 tesztpontot mértünk. Mindkét városban létezik konfliktus térkép és stratégiai zajtérkép is. Ezeket a térképeket vetettük össze a diákok által mért eredményekkel. Mindkét városban a teszt terület egy lakótelepi házakkal tűzdelt terület, viszonylag magas lakosságszámmal valamint és jelentős forgalommal jellemezhető.

Eredmények

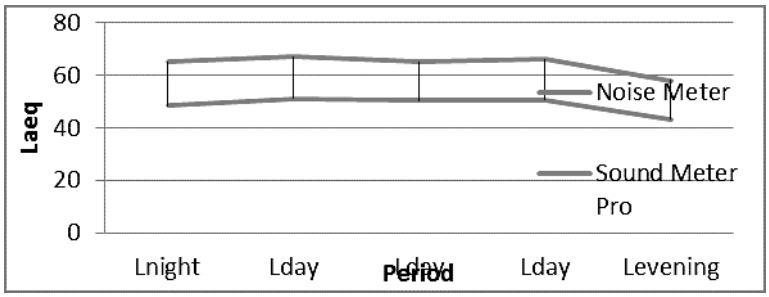
Az A. vizsgálat eredményeit összevetve egyértelműen megállapítható, hogy egy konstans eltérés fedezhető fel a professzionális eszköz valamint az okosteleonok által mért értékeke között (*1. ábra*).

A B. vizsgálat során szignifikáns korreláció kimutatható a két különböző mobilapplikáció mérési eredményei között az LAmin ((p=8.3E-09) és az LAeq (p= 0.0097) értékek esetén. Az LAmin (r= 0.79) és LAeq (r= 0.43) korrelációs koefficiensei azt támasztják alá, hogy valószínűsíthetően pozitív korreláció mutatható ki a két mérés adatai között (*2. ábra*). Az LAeq az egyenértékű A-hangnyomásszint, LAmin a legkisebb érzékelt hangnyomásszint.

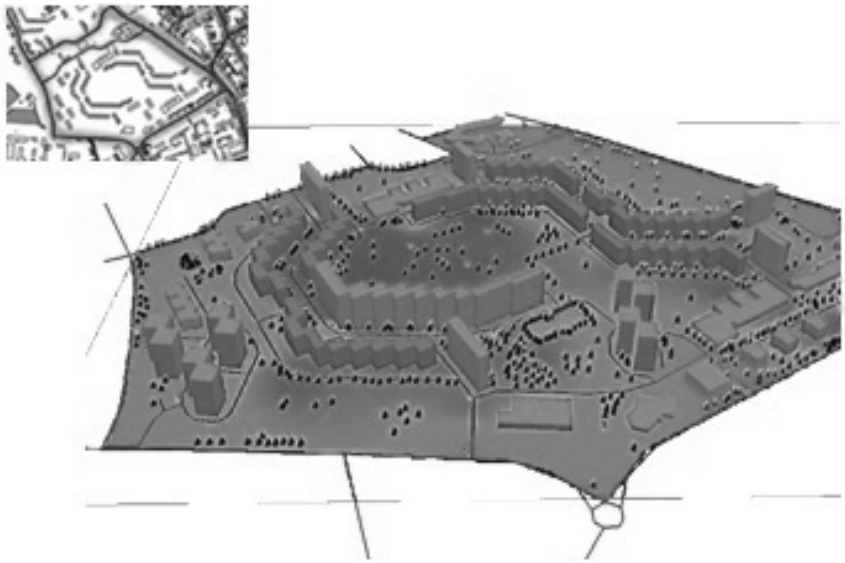
Az egyes mért értékek közötti eltérés kb. 10-15 dB volt. Valószínűsíthető, hogy az eltérés a kalibráció hiányából származhat, mivel azonos eszközök mértek és a külső körülmények szintén azonosak voltak. Ennek következtében az is valószínűsíthető, hogy megfelelő kalibráció esetén a mérések megközelíthetik a professzionális mérések értékeit.



1. ábra Különböző eszközök mérési eredményeinek összehasonlítása



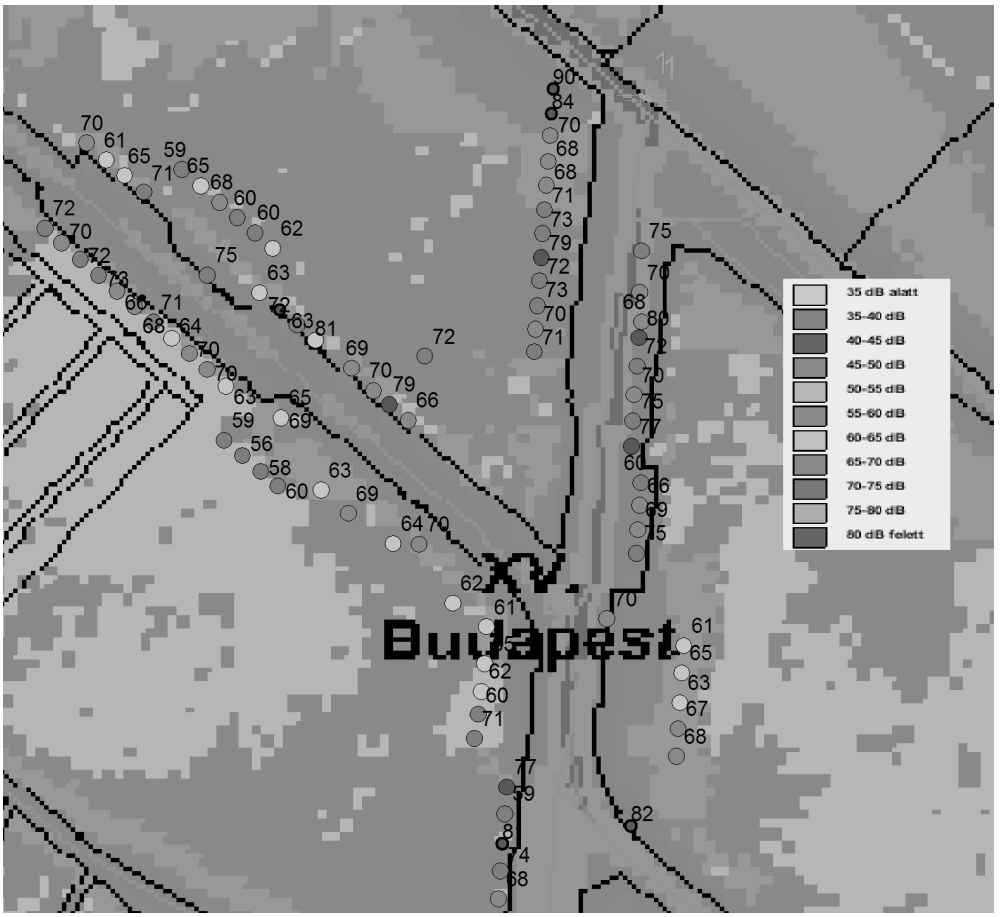
2. ábra Azonos okostelefonon mért folytonos mérési értékek összehasonlítása LAeq esetén



3. ábra 3D térkép a diákok által mért zajértékek interpolációjával, a bal felső sarokban a hivatalos konfliktustérkép kivágata látható

Budapest esetén, mivel nem állt rendelkezésünkre a hivatalos mérési adat, csak vizuális összehasonlításra nyílt mód. Az összehasonlítás esetén a diákok által mért adatokat a megfelelő színkategória alapján színeztük, így megfelelő egyezés esetén a színek megegyeztek a hivatalos térképen látható színekkel. A térkép azt mutatja, hogy csak a magas értékek esetén, 80 dB felett tapasztalatunk eltérést. (*4. ábra*)

Székesfehérváron mintegy 140 mérési pont található. Az autópályaudvar közelében egy lakótelepi területen további 51 pont mérését végeztük el (*3. ábra*). Az ábrán szépen látható, hogy a ma forgalmas utak zaját a magas, többemeletes épületek csökkentik, így az épületek között sokkal kedvezőbb zajszinteket találhatunk.



4. ábra Okostelefonokkal mért értékek összevetése a hivatalos stratégiai zajtérképpel

Következtetés, jövőbeni tervek

A vizsgálati eredmények azt mutatják, hogy mindenképpen szükséges egy testreszabott alkalmazás fejlesztése. Ez lehetővé tenni, hogy megfelelő kalibráció esetén a mérési eredmények azonosak lennének, ugyancsak lényeges lenne a különböző eszközök tulajdonságainak figyelembevétele. A közösségi adatgyűjtés ebben az esetben nagyon jó lehetőség lenne zajmérési adatok gyűjtésére. A felmérés azt is alátámasztja, hogy a protokollok egységesítésével megbízható mérési eredmények is kinyerhetőek. Egy közösségi térképezés/ zajmérés során a résztvevők bizonyára különböző készülékeket használnak és nem lehet tudni, hogy mennyire képesek és hajlandóak kalibrálni készülékeiket, így további tesztek szükségesek a különböző szenzorok vizsgálata céljából.

Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetet mond az EU által támogatott COST Action TD1202 projekt támogatásáért.

Felhasznált irodalom

Goodchild, M.F.: Citizens as Sensors: the World of Volunteered Geography. Geojournal, 69: 211–221,.2007

Kanjo E. Noisespy (2010): A real-time mobile phone platform for urban noise monitoring and mapping. Journal of Mobile Networks and Applications, 15(4)

Karolus, J.: Creating noise pollution maps based on user-generated noise measurements. BA Thesis Technische Universitat Darmstadt, 2013.

Garcia Martí, I.–Rodríguez, L.E.–Benedito, M.–Trilles, S.–Beltrán, A.–Díaz, L.–Huerta J. (2012): Mobile application for noise pollution monitoring through gamification techniques. In ICEC, Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin/Heidelberg

Ócsai, A.: Analyses noise measurments with GIS. BA Thesis University of West Hungary, Székesfehérvár, 2013.

Rajib, K. R.–Chun, T. Ch.–Salil, S. K.–Nirupama B.–Wen H. (2010): Ear-phone: an end-to-end participatory urban noise mapping system. In ACM/IEEE IPSN

Noise map of Székesfehérvár http://onkormanyzat.szekesfehervar.hu/index.php?pg=page_90875 (accessed 02.01.2015.)

Pődör, A.–Révész, A.: Noise map: professional versus crowdsourced data (Huerta, Schade, Granell (Eds): Connecting a Digital Europe through Location and Place. Proceedings of the AGILE'2014 International Conference on Geographic Information Science, Castellón, June, 3-6, 2014. ISBN: 978-90-8169

Automatizált geodéziai adatgyűjtés és feldolgozás nyílt forráskódú alapokon

Siki Zoltán

adjunktus, BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék, siki.zoltan@epito.bme.hu;

Abstract: The aim of our open source project is to collect data from robotic total stations, GNSS receivers, Web cameras and other sensors without human interaction. Collected data are processed, stored and published on the Internet using other open source software e.g. PostGIS, OpenLayers and MapServer. A new direction in the development to integrate cheap sensors connected to Raspberry Pi computers, this sensors can be used in indoor navigation, too.

Bevezetés

Az automatizált méréstechnika fejlődése, az újabb adatgyűjtő szenzorok megjelenésével egyre jobb lehetőségünk van emberi beavatkozás nélkül működő adatgyűjtő rendszerek kiépítésére (Luo, Q 2010). A BME Általános. és Felsőgeodézia Tanszékén elsősorban mérnökgeodéziai feladatok megoldásában léptünk ebbe az irányba.

2008-ban kezdtük el a tanszéken az Ulyxes nyílt forráskódú rendszer fejlesztését (Ulyxes honlap). Az indulásnál Leica TCA 1800 robotmérőállomások számítógépes vezérlését oldottuk meg. Később további robotmérőállomás típusokkal és NMEA GNSS vevőkkel bővítettük a rendszert, mely Tcl (Tool Command Language) programnyelven készült. A fejlesztések és bővítések során, egy idő után az eredetileg csak mérőállomások kezelésére tervezett rendszer kereteit kezdtük meghaladni. 2013-ban úgy döntöttünk, hogy újratervezzük a rendszert, egy általánosabb objektum orientált modellt készítünk, a szélesebb körben elterjedt Python programnyelv felhasználásával.

A robotmérőállomások a geodéziában alkalmazott irány és távolságmérésre alkalmas eszközök, melyek szervomotorok segítségével automatikusan forgathatók és a látómezőben a célpont automatizált megtalálására is alkalmasak. Így emberi beavatkozás nélkül képesek távmérő prizmával megjelölt pontok megirányzására és mérésére.

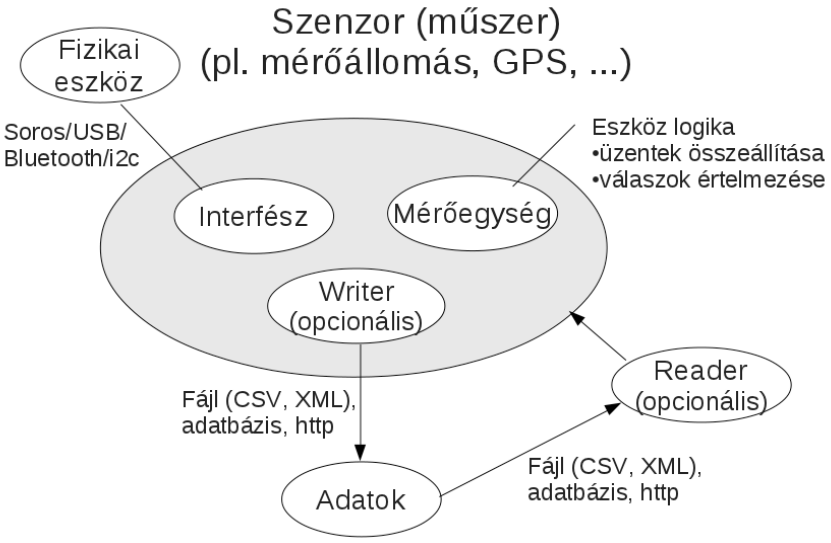
A fejlesztések új iránya a Raspberry Pi számítógéphez i2c buszon keresztül csatlakoztatható olcsó szenzorok integrálása. Ezeknek a szenzoroknak a beltéri navigációban lehet szerepük.

Az Ulyxes rendszer

Az Ulyxes rendszer második generációját arra az absztrakcióra építettük, hogy az egyes szenzorok számítógépes modellje három komponensből épül fel (*1. ábra*). A szenzor osztály három másik osztály példányát tartalmazz. Ez az absztrakció például lehetővé teszi azt, hogy az összes mérőállomást ugyanazon osztály (TotalStation) példányaival képezzünk le a rendszerben.

Az interfész felelős a kommunikációért a fizikai szenzorral (műszerrel). Az eszközökkel létesített különféle adatkapcsolatokhoz (RS-232, i2c, BlueTooth, stb.) az alap Iface osztályból származtatott osztályok állnak rendelkezésre. Az egyes szenzorok működési logikáját a mérőegység (MeasureUnit) osztály, illetve abból származtatok osztályok segítségével valósítjuk meg. A mérőegység állítja össze az eszköz felé küldendő üzenetet, utasítást majd a visszajövő választ értelmezi. Például az egyes robotmérőállomás típusok modelljében a mérőegység eltérő. Az opcionális „writer" komponens feladata a fizikai szenzorból érkező mérési eredmények kiírása, tárolása. Az osztályok öröklődési mechanizmusának segítségével ebből is több osztályt származtatunk, mely a képernyőre, fájlba, adatbázisba ír vagy egy web helyre továbbítja a mért adatokat. Az adatok ellentétes irányú áramlását a „reader" osztály és az abból származtatott osztályok teszik lehetővé, hogy például egy koordinátajegyzéket be tudjunk olvasni.

A rendszer fejlesztés során több nyílt forráskódú projektet felhasználtunk, mint például Python, pySerial, OpenCV, PostGIS/PostgreSQL, OpenLayers,



1. ábra Szenzor modell

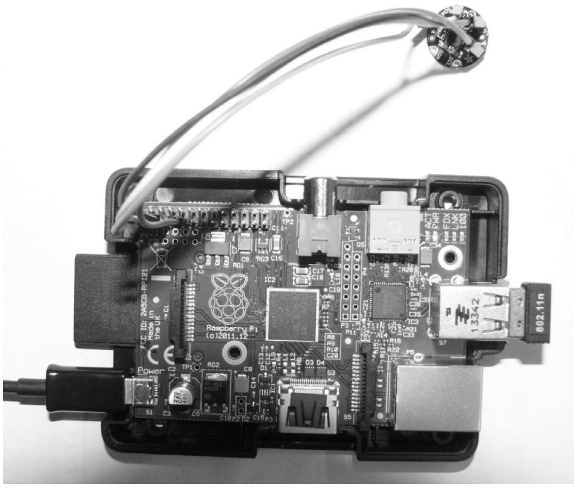
stb. Ezáltal a fejlesztés nagyon felgyorsult, hiszen több tízezer sor program kódot használtunk fel más nyílt forráskódú projektekből.

A mérőállomás szenzorok mellett további szenzorokat integráltunk a rendszerbe. Az NMEA üzenetek küldésére számos geodéziai, navigációs és az okos telefonokba épített GNSS (Global Navigation Satellite System) vevő képes. Az NMEA a National Marine National Association által kidolgozott szabványos adatformátum, segítségével nagyon sok szenzor integrálható a rendszerbe.

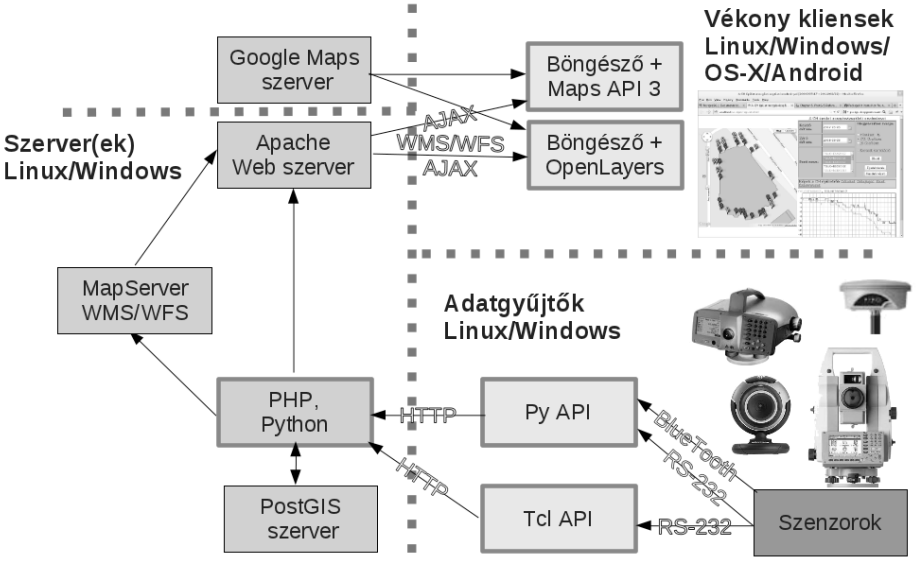
A web kamera szenzorok bevonásával már képi információk gyűjtésére is alkalmas a rendszer. A képeket illetve videókat a nagyobb sebességű mozgások mérése és feldolgozása során alkalmazzuk, az OpenCV nyílt forráskódú programkönyvtár függvényeinek felhasználásával. A képfeldolgozásnak szerepe lehet a helymeghatározásban is, ha ismert mintázatú kihelyezett jeleket (pl. QR kód) meg tudunk keresni a képben.

A rendszer Raspberry Pi számítógépen is használható, ezzel számos olcsó, i2c buszon keresztül elérhető szenzor beépítésére nyílik lehetőség (Monk, S. 2013). Ilyenek például a meteorológia szenzorok, a 6, 9 illetve 10 szabadságfokú (Degree of Freedom, DOF) szenzorok. A 6DOF szenzor háromtengelyű gyorsulásmérőt és háromtengelyű mágneses szenzort tartalmaz. A 9DOF szenzor ezt egy háromtengelyű giroszkóppal egészíti ki. A 10 DOF szenzor az előzőeket egy barométerrel egészíti ki, mely a magasság meghatározásra alkalmas. Ezekkel az új szenzorokkal a beltéri navigációhoz szükséges adatokat gyűjthetünk és egy új, népszerű kutatási területen indultunk el. A Raspberry Pi egy bankkártya méretű, Linux operációs rendszert futtató számítógép, a *2. ábrán* egy 9DOF, kabátgomb méretű szenzort csatlakoztattunk hozzá az i2c buszon keresztül. A gyorsulásmérő adataiból lépésszámláló lehet készíteni, mely gyalogos által megtett távolság meghatározására alkalmas, a giroszkóp vagy a mágneses szenzor segítségével a mozgás irányát határozhatjuk meg. A barométerrel a szenzort tengerszint feletti magasságára következtethetünk. Ezek a szenzorok ott is működnek, ahol a GNSS műholdat jelei nem észlelhetők. Jelen pillanatban ezek a szenzorok kisebb helymeghatározási pontosságot biztosítanak, a GNSS rendszerekhez vagy a mérőállomásokhoz képest.

A szenzorokról érkező adatok gyűjtését biztosító terepi rendszer mellett szerver oldali komponensek állnak rendelkezésre az adatok központi tárolására és azok publikálására. A rendszer az adatok térinformatikai megjelenítéséről is gondoskodik ingyenesen elérhető térképi háttéradatok felhasználásával (OpenStreetMap, Google Maps). A *3. ábrán* a vastagabb kerettel bíró dobozok azokat az elemeket jelölik, ahol saját programkódot adtunk a rendszerhez.



2. ábra Raspberry Pi és 9DOF szenzor



3. ábra Rendszer vázlat

Valamennyi, a rendszerben felhasznál szoftver összetevő nyílt forráskódú. A térinformatikai megjelenítés OGC (Open Geospatial Consortium) szabványos elemekre épül (pl. Simple Feature for SQL, Web Map Service WMS, Web Feature Service WFS), így az egyes komponensek könnyel lecserélhetők más szabványos megoldásokkal. A szerver oldali komponensek PHP illetve Python programnyelveken készülnek.

A kliens oldali megjelenítést a böngésző programokban oldjuk meg

Javascript programokkal. Itt is felhasználjuk más nyílt forráskódú projektek eredményeit, mint például OpenLayers, jQuery, jQueryUI.

Alkalmazások

Az Ulyxes rendszer fejlesztését egy ipari megbízás kapcsán kezdtük el, a Paksi Atomerőmű kettes blokk lokalizációs tornyának az állékonyság vizsgálata során, 2008-ban. Ez egy monitoring rendszer (Siki Z. 2014) kiépítését jelentette. A rendszer több napon keresztül ugyanarra a húsz távmérőprizmával megjelölt pontra végzett automatizált méréseket, miközben a lokalizációs torony belsejében a nyomást a normál légnyomás mintegy két és félszeresére növelték. A legnagyobb alakváltozás néhány milliméter volt.

Ezután diákokat is bevontunk a rendszer fejlesztésébe, tesztelésébe és alkalmazásába, akik diplomatervekben illetve TDK dolgozatokban számoltak be munkájukról (Ulyxes honlap). Az oktatás területén az Alagútmérés és automatizált mérésfeldolgozás című tárgy keretében használjuk a rendszert.

Az elmúlt években a tanszék több híd próbaterhelésén vett részt, ahol statikus illetve dinamikus terhelés során kialakuló alakváltozások meghatározása volt a feladatunk (Takács B.–Égető Cs.–Siki Z.). A statikus terhelés során, különböző úgynevezett teherállásokban különböző elrendezésben helyeznek el mozdulatlan terheket a hídon. A dinamikus terhelés során egy-két mozgó jármű hatására létrejött alakváltozás meghatározásra van szükség. Ezekben a feladatokban a mérőállomásokat elsősorban a statikus terhelések során keletkezett alakváltozások meghatározására használtuk, a hídszerkezetre rögzített prizmákat a rendszerrel vezérelt mérőállomás automatikus megkeresi és a pozíciójukat meghatározza, majd ugyanezt ismételi az egyes teherállásokban. A dinamikus terhelések során alkalmaztunk először a Dino-Lite digitális mikroszkóp kamerát, melyet egy geodézia távcső okulárja mögött helyeztünk el. Ezzel biztosítottuk a szükséges 10-20 Hz-es mintavételezést és a tizedmilliméter alatti elmozdulások kimutatását. A nagyon nagy pontossági igényű feladatoknál lézer interferométert alkalmazunk, ennek az Ulyxes rendszerbe integrálása még nem történt meg.

Az NMEA képes GNSS vevők alkalmazásával valós időben követhetjük nyomon a vevők pozícióját. Így akár flotta követő rendszer alapját is képezheti a rendszer. Egy kisebb demó rendszert már készítettünk az Intelligens közlekedési rendszerek tárgy oktatásához.

A rendszer komponenseit bárki letöltheti a GitHub tárházból a https://github.com/zsiki/ulyxes címről. Akik szeretnének bekapcsolódhatnak a

projekttel kapcsolatos munkákba programfejlesztés, dokumentálás és tesztelés területén.

Felhasznált irodalom

Luo, Q (ed) (2010): Information and Automation: International Symposium Springer, 2011

Monk, S. (2013): Raspberry Pi CookBook O'Reilly Media, December 2013

Siki Z. (2012): Automatic deformation analysis system, Presentation http://www.agt.bme.hu/ulyxes/ulyxes_praga.pdf

Siki Z. (2014): Monitoringrendszerek Műszaki Ellenőr III. évfolyam 2014. február pp. 43-46.

Takács B.–Égető Cs.–Siki Z. (2015): Hidak statikus és dinamikus próbaterhelése során kialakuló deformációk meghatározása, Prezentáció http://mmk-ggt.hu/konferenciak/20150228/takacs.pdf

Ulyxes honlap (2015): http://www.agt.bme.hu/ulyxes/index_hu.html

MFGI GIS – térinformatika földtanra optimalizálva

Simó Benedek[1] – Orosz László[2] – Barczikayné Szeiler Rita[3]

[1] kutató és fejlesztő, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, simo.benedek@mfgi.hu
[2] főosztályvezető, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, orosz.laszlo@mfgi.hu
[3] GIS kutató, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, szeiler.rita@mfgi.hu

Abstract: MFGI (Geological and Geophysical Institute of Hungary) is responsible for the handling of geological and geophysical spatial data in Hungary. In 2014 the Geoinformatics Department established some ground rules for data storing and for serving GIS data on the web. This showed that data should be available software independently, and based on the task to be achieved. The possible use of open source software products was investigated, too, and showed that it can be a good alternative in both geological analyzation and in web map serving, but it is yet too early to apply them exclusively.

Bevezetés

A Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI) 2012-ben jött létre a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) és az Eötvös Lóránt Geofizikai Intézet (ELGI) összevonásával. Ezzel létrejött a legnagyobb hazai földtani és geofizikai kutatóközpont közel 130 kutatóval és több, mint 140 év tudományos hagyatékkal és tapasztalattal. Az MFGI fő tevékenységi területeihez tartozik a klasszikus földtanon, geofizikán, bányászaton és legújabban a klímapolitikán túl az ásványi erőforrásainkkal, vizeinkkel történő fenntartható gazdálkodás elősegítése, valamint az energiaforrások földtani vonatkozásainak kutatása és a Föld belsejében zajló folyamatok vizsgálata is.

A földtani és geofizikai kutatások során gyűjtött információk szinte mindegyike térben és időben elhelyezhető. Ebből az alaphelyzetből kiindulva indította el a MÁFI a 80-as évek végén térinformatikai tevékenységét. Kifejezetten geoinformatikával foglalkozó főosztály 1992-től létezik önálló egységként. A főosztály tevékenysége kezdetben a digitalizálás és a digitális kartográfia irányába fejlődött. A technológia fejlődésével és a lehetőségek kiszélesedésével jelent meg az Intézetben is a mára alapértelmezettnek tekintett adatbázis alapú téradat kezelés. Az itt fellelhető adatvagyon (nyers és feldolgozott adatok egyaránt) többsége már digitálisan elérhető, és a törekvések abba az irányba mutatnak, hogy ez az arány folyamatosan javuljon.

A földtani alapadatok relációs adatbázisban tárolása a 2000-es évek első felében kezdődött meg, és az adatmodell mára nagyjából 60 táblát tartalmaz, az egyedi fúrások száma az adatbázisban mintegy 260 ezerre tehető. Az adatbázis

alapját jelentő fúrásokhoz leíró metaadatok (pl. település, jelszám, mélység), és rétegsor tartozik, mely elsősorban a mélyföldtani térképek szerkesztéséhez nyújt segítséget, de egyéb földtani elemzéseknek is jó alapanyaga.

A földtani térképek alapját jelentő térbeli adatok adatbázisban tárolása az ESRI termékek megjelenéséhez köthető. Kezdetben az adattáblák térbeli tárolása az ESRI saját bináris típusú mezőjében történt, de mostanra egyre nagyobb igény mutatkozik ezeknek az adatoknak az elérésére más szoftverek vagy fejlesztőeszközök irányából is.

Adattárolás szoftverre optimailzálva

A 2014-es évben az MFGI-ben a fent említett adatvagyon rendszerezése került középpontba. A történelmileg kialakult tárolási rend helyett kidolgozásra került egy koncepció, mely az adatok átlátható rendjének megteremtése mellett azt tűzte ki célul, hogy az adatok elérése minél kevésbé függjön a használt szoftvertől.

Ennek az alapelvnek az előtérbe kerülése elsősorban annak a ténynek köszönhető, hogy az open source eszközök mind nagyobb teret nyernek a térinformatikában (Tudor, G. 2009), és tapasztalható, hogy a fizetős szoftverek (pl. ESRI) is ebbe az irányba mozdulnak el. Kijelenthető az, hogy amennyiben az adat egy szabványos formában kerül tárolásra, akkor közömbös a használt szoftver, és minden feladatra a leginkább célravezető eszköz használható.

A fent említett földtani fúrásokat tartalmazó relációs adatbázis több mint egy évtizede történt kialakításakor a geometria tárolása csak szövegként volt megoldható adatbázisban, így ezeknek a pontszerű adatoknak az X és Y koordinátája került tárolásra. Ahhoz azonban, hogy ezeket az adatokat térinformatikai szoftverekből is egyszerűen el lehessen érni, implementálásra került egy olyan metódus, amely az X ás Y koordinátákkal betöltött adatokat a relációs adatbázis-kezelő (RDMS) szabványos geometriai mezőjében, vagyis az Intézetben jelenleg használt Microsoft SQL Server Geometry típusú mezőjében tárolja. Mivel az RDMS rendszerek geometria tárolási formái egyre nagyobb tért nyernek a térinformatikai adattárolásban, ezért az adattárolás ezen formája megteremtheti ezeknek az adatoknak a szoftverfüggetlen elérését.

Az Intézet egyéb, projektek eredményeihez köthető térbeli eloszlást mutató adatainak a rendszerezésekor is az adatok szoftverekben való átjárhatósága volt az alapvető cél. Mivel ezek az adatbázisok közel egy évtizedes múltra tekinthetnek vissza, ezért adatbázisban való tárolásuk a kialakulásuk idejében leghatékonyabbnak tekintett ESRI binary típusú mezőben történt.

Ezt a típusú tárolást csak ESRI termékekből lehetséges elérni, ezért ezek is átalakításra szorultak, és megtörtént migrálásuk MS SQL Geometry típusba. Ez elvben tehát megteremtette az adatok szoftverfüggetlen elérését, azonban a felhasználói tesztek azt mutatták, hogy az ESRI termékek kirajzolási sebességét nagyban befolyásolja a geometria tárolása. Ez a tény vezetett el ahhoz az alapelvhez, hogy minden szoftverhez (ebben az esetben ESRI és a többi open source eszköz) a legalkalmasabb formában szükséges tárolni az adatokat, és gondoskodni szükséges ezeknek az összhangjáról. Ez élő adatok esetében komoly feladatot is jelenthetne, de mivel jelenleg az adatbázisokban csak lezárt adatok tárolódnak, elég az adatok kétféle letárolásának megoldása adatbázisba importáláskor.

Technológiai átalakulás és szemléletváltás

Az adattárolás elvének kidolgozása rámutatott a meglévő szerverstruktúra átalakításának szükségességére. Szétválasztásra kerültek a térbeli adatokat nem tartalmazó relációs adatbázisok és a térinformatikai adatbázisok, és egy-egy dedikált szerveren kerültek elhelyezésre. Ennek eredményeképpen megszűnt az a jelenség, hogy a térinformatika által használt adatbázisok elérésében esetlegesen sebességvisszaesés mutatkozzon akkor, amikor egy hagyományos relációs adatbázison számításigényes feladat fut.

Az új adattárolási szerkezethez kapcsolódóan tesztelésre kerültek az ESRI szoftverek alternatívái is, és az eredmények azt mutatták, hogy a jelenlegi munkarend egy jó része megoldható ESRI termékek nélkül is. Az open source eszközök igazi ereje, vagyis a nyíltsága azonban csak egy mélyebb programozási tudással használható ki. Összességében azonban azt lehet állítani, hogy az MFGI számára a több lábon állás egyértelmű stratégiai cél és az egységes adattárolásnak köszönhetően a célfeladatokhoz megfelelő eszközt kell mindig alkalmazni.

A felhasználók minél jobb kiszolgálása érdekében kérdőív is készült, melynek eredményeit figyelembe vettük az új rendszer kialakításakor, így nem egy „felülről érkező” rendszert kaptak a felhasználók, hanem egy olyat, melynek kialakításában ők is javaslatokkal élhettek.

Webes megjelenés

Az MFGI közintézményként fontosnak tekinti a kutatási eredményeinek könnyű elérését, melyek elsősorban földtani térképeket jelentenek. Ezek a térképek 2011 óta elérhetőek webböngésző segítségével, de számos térkép

elérhető az Open Geospatial Consortium (OGC) szabványos webszervízeinek formájában, WMS és WFS-ként is.

A térképeket egy dedikált térképszerver szolgáltatja, melyen jelenleg ESRI ArcGIS Server fut. A http://map.mfgi.hu címen elérhetőek mind a webes alkalmazások, mind pedig az OGC szervízek elérhetőségei, mindenki számára nyitottan.

A webes alkalmazások hátterét jelenleg egy Flash technológiához közel álló keretrendszer, a FLEX adja, amely egységes megjelenést biztosít minden asztali webböngészőben. A 2014-es évben kialakított koncepció egyik fontos eleme viszont az volt, hogy a publikusan elérhető adatok is eszközfüggetlenül elérhetőek legyenek. Ezért az MFGI azt tűzte ki célul, hogy valamennyi jelenlegi alkalmazását Javascript alapú alkalmazásokba migrálja, és egy reszponzív keretrendszer használatával ugyanazt a felhasználói élményt igyekszik majd nyújtani asztali és mobil környezetben egyaránt.

Az Intézet publikus térinformatikai adatainak szabványos webes szolgáltatását jelenleg a működő térképszerver biztosítja, ennél azonban erre sokkal alkalmasabb lehet egy open source eszköz. Ezért az MFGI tervei között szerepel a 2015-ös év során egy open source térképszerver felállítása. Erre épülve pedig megoldható a kliens oldalon is egy open source eszköz, az OpenLayers alkalmazása, és így akár az atdattárolástól a térinformatikai feldolgozáson keresztül a térképszerverig egy teljes open source vertikum jöhet létre, mely országos szinten is nagy jelentőséggel bírhat.

Összefoglalás

Az MFGI-ben a 2014-es év során kidolgozásra került az a koncepció, mely az Intézeten belüli térinformatikai adattárolást és a webes adatszolgáltatást hivatott optimaizálni. Ennek egyik alapköve, hogy az adattárolás szoftverre optimalizált legyen, vagyis a földtani térinformatikai adatok elérhetőek legyenek az alkalmazott szoftverhez leginkább illeszkedő formában. A webes térképi adatok elérésében fontos szempont az egységes és eszközfüggetlen webes felhasználói élmény, valamint a szabványos formában szolgáltatott webszervízek megléte.

A koncepció kidolgozása során elkészültek az első térinformatikai feldolgozáshoz és adatszolgáltatáshoz kapcsolódó work-flow modellek, vagyis annak a vizsgálata, hogy a korábban kialakult munkarend mellett milyen megoldások kínálkoznak open source eszközök használatával. Ezek a tesztelések arra mutattak rá, hogy az open source szoftverek több esetben

is alternatívái lehetnek a fizetős társaiknak, és bár kizárólagos alkalmazásuk jelenleg nem lehetséges, érdemes egyes célfeladatokra alkalmazni őket.

Felhasznált irodalom

TUDOR, G. (2009): Databases for geological maps with the use of open source solutions, Analele Stiinţifice ale Universităţii, LV 2., Iasi, pp. 113–124.

A felszín alá nézve, avagy mederfelmérés és talajradar

Stenzel Sándor

földmérő mérnök, Geodézia Zrt., stenzel.sandor@geodezia.hu

Abstract: This article briefly describes the two latest technological developments of the Hungarian Geodetic and Mapping Company Ltd. The first one is the GeoPanama, an Unmanned Surface Vessel (USV), which can measure 3D positioning (by RTK GNSS) and water depth (by Sonar) in same time. The biggest advantage of this river bed measuring system is the fast and simple logistics, because it does not require boat crew and special transport trailer. The GeoPanama fits in a car truck. The other new development by our Company is the MALÅ Easy Locator Pro Ground Penetrating Radar (GPR). We use this device for mapping of those objects, which are non-searchable by other methods. For the precise, geodetical positioning, we use an RTK GNSS receiver, which provides continuous corrected NMEA for the GPR.

„…fecseg a felszín, hallgat a mély.” – hosszú idő telt el József Attila 1936-ban íródott „A Dunánál” c. verse óta. Azóta bizony beszédessé vált a víz,- és a földfelszín alatti világ – legalábbis a Geodézia Zrt. számára.

Cégünk az ország egyik legnagyobb műszerflottájával rendelkezik. Ennek, - a közúti/vasúti Mobil Térképző Rendszer és 3D állószkenner mellett - éppúgy részei korszerű az RTK GNSS vevők, mint a modern mérőállomások vagy éppen a felsőrendű digitális szintezők.

Ezeket a lassan hagyományosnak tekinthető eszközöket egészíti ki a **GeoPanama, vízidrón** és a **MALÅ Easy Locator Pro talajradar.** Mindkét eszköz célja, hogy nagy pontossággal „belásson” a fecsegő felszín alá.



Elnevezésével a csatornák, kisebb tavak felmérésére utaló GeoPanama, 2014-ben a Geodézia Zrt. teljes egészében belső fejlesztéseként épült meg. Ha el akarjuk helyezni, a manapság oly’ divatos drónok világában, leginkább a USV angol nyelvű rövidítéssel illethetjük: Unmanned Surface Vessel (Személyzet nélküli hajó).

A hajóépítő mérnökök által tervezett, katamarán testű mérőrendszerben, a műholdjelek vételét és a geodéziai megbízhatóságú pozíciót egy *Topcon HiPER SR RTK GNSS* vevő biztosítja. A 2Hz-es mélységmérést egy *OHMEX*

M8 szonár végzi. Az adatok egyidejű rögzítése a parton, egy Tesla vezérlőben történik, melyen a MAGNET terepi szoftver fut. A vezérlő és a drón közötti kábel nélküli adatátvitel un. Long Range Bluetooth-on keresztül valósul meg, ami 300 méteres hatósugarat jelent, azaz maximum ilyen távolságra „engedheti el" a parttól az operátor a GeoPananamát.

A kicsi és könnyű felépítményű jármű kiváló fordulási képességét, mozgékonyságát és üzembiztos mérési körülményeit, két környezetbarát és zajártalom-mentes elektronikus motor biztosítja. Az irányítás – egyelőre – távvezérlő terminálról, rádión keresztül, a mérésvezérléstől elkülönülve valósul meg. A hajó maximális sebessége 1m/s, így a mérőrendszer folyamatos mérésre állítva akár méteres lépésközzel képes 3D fenékadat rögzítésére.

A GeoPanama vízi flottánkban kiváló alternatívaként szolgál a már korábban is alkalmazott, hajózószemélyzetet igénylő gumicsónakos felmérő rendszereink számára. A Geo-Panama USV-t ugyanis a gyors logisztika jellemzi. Elfér bármilyen személygépkocsi csomagtartójában, egy hordtáskában, így – ellentétben a csónakszállítással – nem igényel utánfutót. Gyorsan összeállítható és vízre tehető, akár olyan szakaszokon is, melyek járművel és trélerrel meg sem közelíthetők. Képes olyan „szűk" vagy veszélyes vízfelületen is dolgozni, ahol a csónakjaink nehézkesen mozognának, vagy éppen nem férnének el.

Drón jellegéből adódóan, a Geo-Panama balesetvédelmi szempontból is alacsonyabb besorolású, mint egy kétfős motorcsónakos mérőrendszer.

A vízfelszín alatti térképezés után, nézzük, milyen megoldással képes cégünk a szilárd földfelszín alá is betekinteni!



2015 év elején került beszerzésre legújabb mérőrendszerünk, a MALÅ Easy Locator Pro talajradar. Ez a különleges szerkezet képes az egyéb módon nem kutatható földalatti objektumok feltérképezésére is. 450MHz-es magas dinamikájú antennájának

(>1024 szken/mp@700 minta) köszönhetően, a talaj minőségének és szerkezetének függvényében 1-5 (10) méteres mélységű kutatásra képes.

A négykerekű, tolókocsi jellegű, MALÅ talajradar alkalmas terepen kijelölt bázis vonal mentén, illetve arra

merőlegesen, mátrixszerű relatív felmérésre. Ezek a mérések illesztőpontok ismeretében, természetesen a későbbiekben transzformálhatók.

A mérőrendszer a pontos távolságmérést integrált odométerrel (kerékelfordulás mérővel) oldja meg.

A talajradar rendelkezik SBAS korrekcióképes, belső GPS vevővel is. Ennek GIS besorolású megbízhatósága (~1 m) feladatainknál nem mindig elégséges. Éppen ezért az abszolút geodéziai megbízhatóság biztosítására Stonex S9 III Plus RTK GNSS vevőt csatolunk a rendszerhez. Így a talajradar által mért adatokhoz, a GNSS fejezetből már korrekcióval javított, NMEA mondatokból származó pozíciók (~2-3 cm) kerülnek tárolásra.

A felszín alatti objektumok (műtárgyak, vezetékek, csövek, stb.) térképezése, a terepi mérés során keletkezett radarogrammokon, a visszaverődési hiperbolák kiértékelésével történik.

Összefoglalásként elmondható, hogy a Geodézia Zrt. piacvezetőként és a szakma zászlóshajójaként igyekszik mindig megkeresni a leginnovatívabb megoldásokat a mérési technológiák terén, legyen szó légi, felszíni vagy éppen felszín alatti térképezésről!

Landsat TM, ETM+, OLI és EO-1 ALI űrfelvételek összehasonlító elemzése a Tisza-tó környezetében

Szabó Loránd[1] – Szabó Szilárd[2]

[1] DE TTK Természetföldrajzi- és Geoinformatikai Tanszék slori567@gmail.com
[2] DE TTK Természetföldrajzi- és Geoinformatikai Tanszék

Abstract: Satellite images are important information sources of land cover analysis or land cover change monitoring. We used four different spacecraft sensor's data: Landsat TM, ETM+, OLI and EO-1 ALI. From the data, we performed supervised classification with segmentation combined with the Maximum Likelihood method. Land cover maps we validated with accuracy assessment to reveal how accurate was our classification, and which sensor produced the most useful data. We found Landsat 8 images as best solutions and EO-1 ALI also performed well in the analysis.

Bevezetés

Az egyes területek felszínborításának ismerete fontos információt jelent számos tudományterület és gyakorlati szakember számára (Kerényi–Szabó 2007). Mind a korábbi időszakok, mind a legutóbbi állapot ismerete fontos lehet a tájváltozási trendek, vagy akár csak egyetlen kategória (pl. az erdők) területének, térbeli kiterjedésének, elterjedésének a megállapításához. A felszínborítási adatoknak azonban mindig van bizonytalansága, ami részben a geometriai pontosságból (azaz mennyire pontos az egyes foltok helyzete), másrészt pedig a tematikai pontosságból adódik. Ez utóbbi függ attól, hogy miről készült az adott térkép: fekete-fehér légifotóról, valódi/hamisszínes légifotóról vagy műholdfelvételről (Berke et al. 2013; Burai et al. 2015).

Nincs százszázalékos pontosság, mert még kézi interpretáció esetén is előfordulhat félreosztályozás, de vitathatatlanul nagy szerepe van a felszíni objektumok elkülöníthetőségének. Egy pánkromatikus fekete-fehér légifotón nem segítenek a színek, csak az árnyalatok, egy multispektrális felvételen pedig a különböző színkompozitok is a segítségünkre lehetnek. Az ellenőrzött osztályba sorolások csak többcsatornás felvételeken végezhetők sikerrel, azonban ezek esetében is sokat számítanak a szenzorok tulajdonságai (pl. hány és milyen hosszúságú tartományokat rögzítenek, ezeknek milyen a jel/zaj aránya; Deák et al. 2013, Tobak et al. 2013).

Munkánkban négy műhold négyféle szenzorával készült felvételeket dolgoztunk fel ellenőrzött osztályba sorolással és értékeltük a kapott eredményeket a tematikus pontosság szempontjából.

Anyag és módszer

A vizsgálati terület kiválasztásának egyik szempontja az volt, hogy az EO-1 ALI szenzora által készített felvétel is rendelkezésre álljon (mivel csak kisebb, sokszor egymástól távoli területekről készültek ilyen felvételek), illetve az, hogy a felszínborítás legyen változatos. A Tisza-tó környéke ezeknek az elvárásoknak eleget tett, mivel itt megtalálható a nyílt víztükör tó és folyó formájában egyaránt, emellett a vízkedvelő vegetációk közül is számos faj képviselteti magát. A folyót mindkét oldalról ligeterdők veszik körül. A területen továbbá fellelhetők a rétek, legelők, valamint gyepek mellett a mezőgazdasági földművelésnek teret adó különféle szántóterületek.

A további szenzorok a Landsat műholdcsalád tagjai közül kerültek ki. A Landsat 5 műholdon található Thematic Mapper (TM), a Landsat 7 műholdon található Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+), valamint a 2013-ban pályára állított Landsat 8 műholdon található Operational Land Imager (OLI) szenzor (*1. táblázat*).

1. táblázat A felhasznált űrfelvételek és készítésük ideje

Műhold	Szenzor	Felvétel időpontja (év(nap)
EO-1	Advanced Lanf Imaer (ALI)	200-251
Landsat 5	Thematic Mapper (TM)	2005-222
Landsat 7	Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)	2002-247
Landsat 8	Operational Land Imager (OLI)	2013-228

Az ellenőrzött osztályba sorolás során a tanulóterületek kijelöléséhez szegmentációt használtunk. A szegmentációt a felvételek zöld-vörös-közeli infra (TM234) kompozitjain végeztük el. E módszer előnye, hogy a pixeleket homogenitásuk alapján osztályozza, azokat a szomszédos pixelcsoportoktól jól elkülöníti, így ezekből a pixelcsoportokból könnyen és eredményesen tudjuk kiválogatni azokat a képszegmenseket, melyek megfelelnek egy-egy tanulóterületnek. A szegmentáció előnye, hogy különböző képosztályozási módszerekkel együtt tudjuk használni. Munkánk során a Maximum Likelihood módszert alkalmaztuk.

A vizsgálatban háromféle szántóterületet, valamint gyepet, erdőt, vizet és vízi vegetációt különítettünk el.

Az osztályba sorolás eredményeként kapott tematikus térképek pontosságának vizsgálatához felszínborítási kategóriánként 100-150 pixelnyi adatot gyűjtöttünk referencia adatként. A pontosságot az általános pontossággal (Overall Accuracy, OA), valamint a kategóriánként megadható

felhasználói (User's Accuracy, UA) és az előállítói (Producer's Accuracy, PA) pontossággal ellenőriztük (Congalton, 1992).

Eredmények

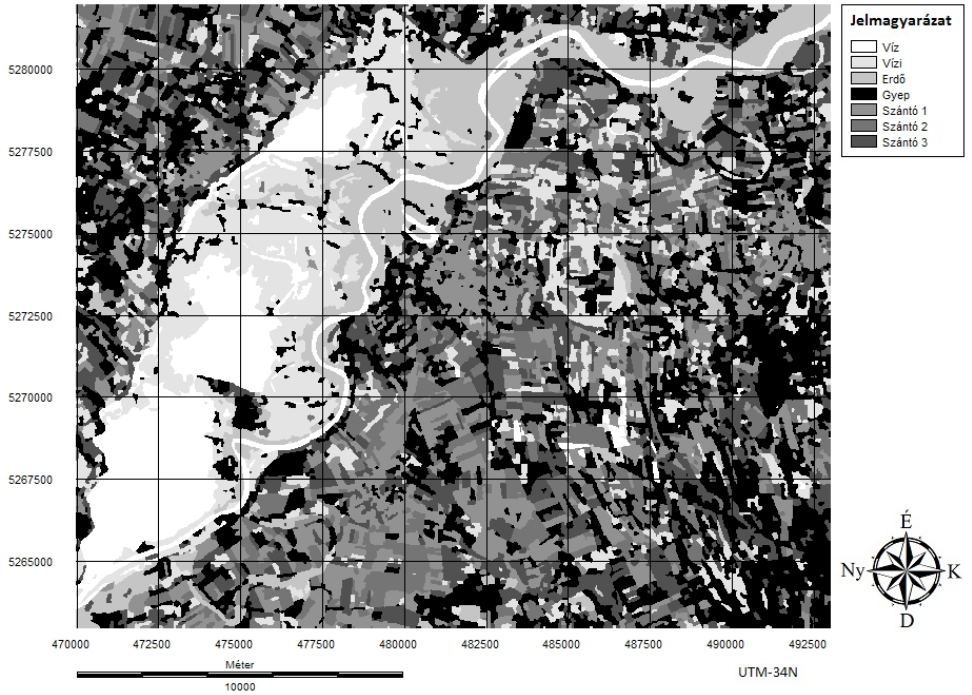
Az ALI szenzor felvételéből készített valósszínes kompozitunk természetes színhatása mellett átlagos dinamikával rendelkezett. A TM felvételéből készített hasonló kompozit az ALI-hoz képest kontrasztosabb, viszont megfigyelhető a kép zajosodása. Az ETM+ felvételéből készített valósszínes kompozit dinamikáját tekintve kissé elmarad a TM-től, és a kép zajosodása itt is megfigyelhető. Az OLI valósszínes kompozitja sikerült a legjobban: kellően kontrasztos, képe éles.

Általánosságban elmondható mindegyik kompozitról, hogy a főbb felszínborítási kategóriák jól elkülöníthetők egymástól.

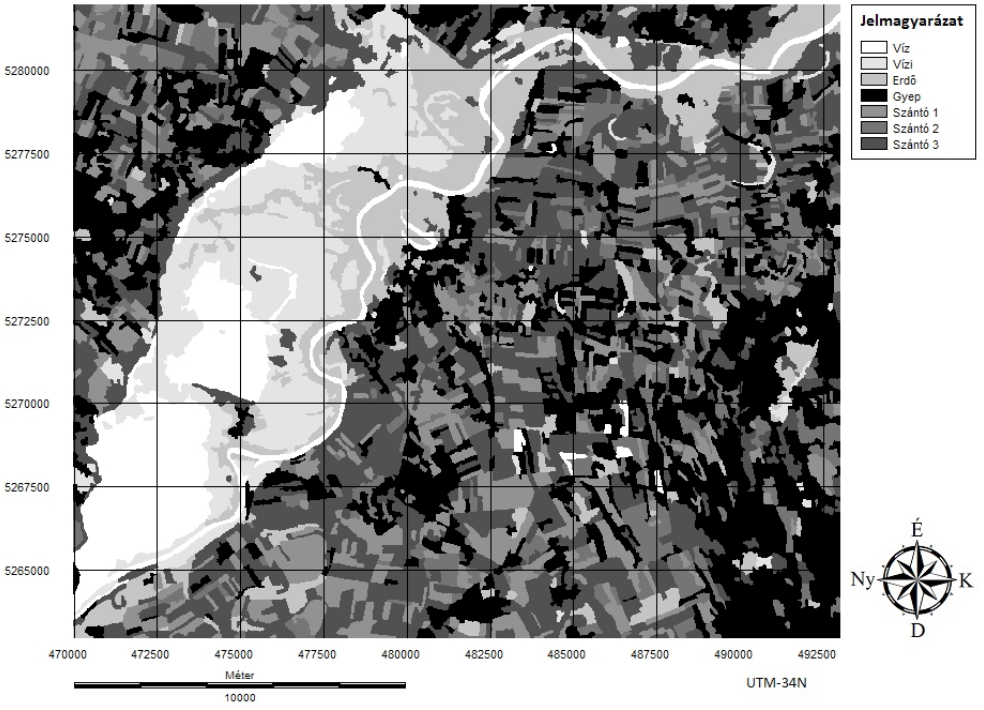
Az ALI felvételéből készített térkép (*1. ábra*) viszonylag pontos eredményt hozott. Elmondhatjuk, hogy a vizek, erdők jó besorolást kaptak. A vízi vegetáció és a gyepterületek osztályozása a PA alapján kicsi, viszont az UA alapján keveredés tapasztalható szántóterületekkel. A TM felvételéből készített térkép (*2. ábra)* esetében a vizek osztályozása az ellenőrzés szerint hibátlan, ahogyan az erdőterületek is. A gyepterületek felhasználói pontossága kiváló, viszont (az ALI-hoz hasonlóan) néhány szántóterület helyére is ez a kategória került besorolásra. A vízkedvelő vegetáció az ALI-hoz képest jobb besorolást kapott, ahogy a három különböző szántóterület is. Az ETM+ felvételeiből készített térképünk (*3. ábra*) pontossága hasonló volt, mint az ALI és a TM. Emellett a gyepterületek megnövekedett aránya figyelhető meg, szintén az egyes szántóterületekkel való félreosztályozás következtében. Az OLI szenzor felvételéből készített térképen (*4. ábra*) a vizeknek, és az erdőknek szinte tökéletes a besorolása. A gyepterületek is ezen a térképen kerültek leginkább helyükre, keveredés a szántókkal azonban itt is előfordul.

A pontosságvizsgálatokból (*2. táblázat)* látszik, hogy a számszerű eredmények tekintetében a legpontosabban osztályozott térképünket az OLI szenzor felvételéből készítettük el (96,33 %), a legpontatlanabbat pedig az ETM+ felvételéből (89,81 %). Az ALI, és TM szenzorok térképei pontosság-eredmények tekintetében a kettő között állnak. Problémát majdnem minden esetben az egyes szántók egymás közötti, valamint gyepterületek közötti félreosztályozása jelentette. A vízi vegetáció osztályozása egyedül az ALI szenzor felvételénél jelentett komolyabb problémát.

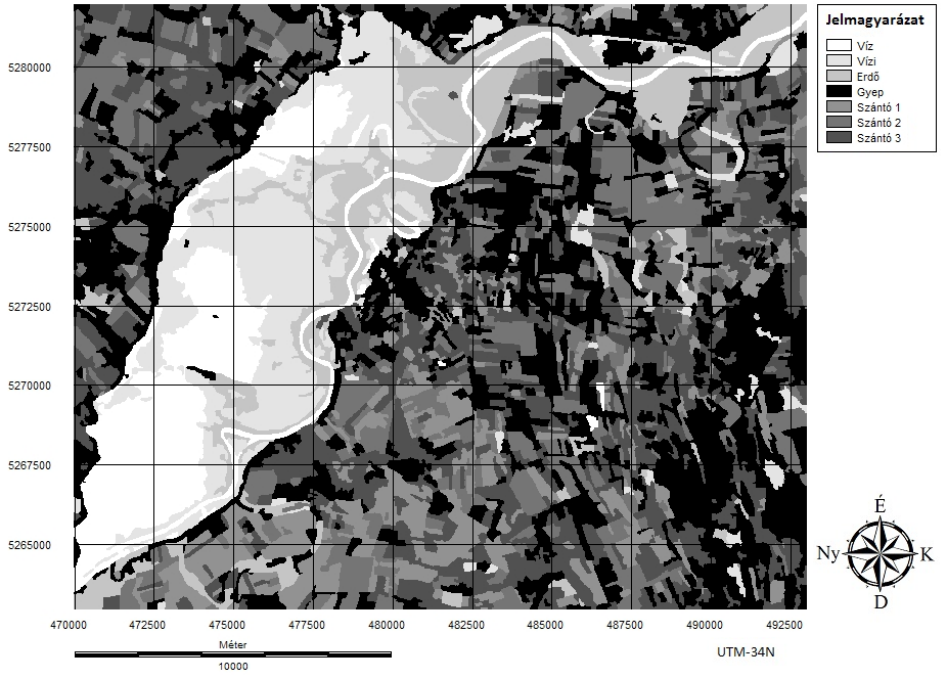
Amennyiben nem célunk a különböző szántóterületek tökéletes



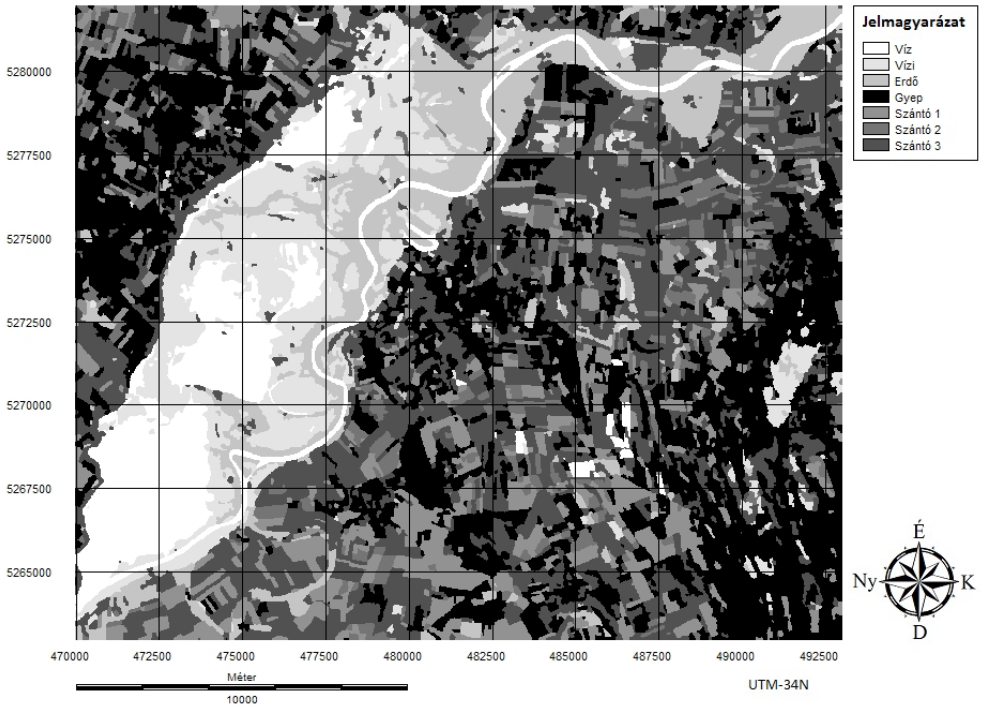
1. ábra Az ALI szenzor tematikus felszínborítás térképe



2. ábra A TM szenzor tematikus felszínborítás térképe



3. ábra Az ETM+ szenzor tematikus felszínborítás térképe



4. ábra Az OLI szenzor tematikus felszínborítás térképe

besorolása úgy a Landsat műholdcsalád szenzorainak felvételéből készített térképek megfelelőek a legtöbb feladatra, mivel az említett félreosztályozásokon kívül a többi kategória pontossága az ALI felvételénél szinte minden esetben jobb eredményt hozott.

A tematikus pontosságon előzetes terepi felmérést követő, precízebben megszerkesztett tanulóterületekkel tudunk javítani.

2. táblázat A tematikus térképek pontosságvizsgálata

	ALI		TM		ETM+		OLI	
	UA	PA	UA	PA	UA	PA	UA	PA
Víz	100,00	100,00	100,00	100,00	99,25	99,25	100,00	100,00
Vízi növ.	65,42	90,58	100,00	98,04	96,58	99,30	99,32	98,66
Erdő	100,00	99,33	100,00	99,38	100,00	98,03	100,00	99,30
Gyep	81,63	90,23	99,36	87,15	62,00	75,61	96,67	95,87
Szántó1	92,31	100,00	73,47	100,00	99,12	100,00	82,63	97,18
Szántó2	98,44	94,74	97,12	72,14	100,00	99,23	100,00	79,66
Szántó3	93,59	87,95	8528	99,29	68,48	52,50	98,31	99,43
OA	94,54		93,37		89,81		96,33	

Összegzés

Összességében azt a következtetést vonhatjuk le, hogyha aktuális problémát kívánunk vizsgálni távérzékeléses módszerekkel, akkor érdemes a Landsat 8 OLI szenzorának felvételeit használni, mivel csaknem minden esetben ezzel értük el a legjobb eredményt. Ha régebbi adatokra van szükségünk, akkor a Landsat 5 TM szenzora kínálhat jó megoldást, a Landsat 7 ETM+ szenzorához hasonlóan. Az EO-1 ALI szenzora tehát jó alternatívája a Landsat felvételeknek, növelhetik az egyes vizsgálati területek időbeli lefedettségét, ami speciális igényeknél (pl. nedves, vagy vegetáció nélküli időszak) kifejezetten fontos lehet.

Felhasznált irodalom

Berke, J.–Bíró, T.–Burai, P.–Kováts, L.D.–Kozma-Bognár, V.–Nagy, T.–Tomor, T.–Németh, T. (2013): Application of remote sensing in the red mud environmental disaster in Hungary, Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, Vol. 3, 2, pp. 49-54.

Burai, P.–Deák, B.–Valkó, O.–Tomor, T. (2015): Classification of herbaceous vegetation using airborne hyperspectral imagery remote. Remote Sensing, Vol. 7 (2), pp. 2046-2066.

Congalton, R.G. (1991): A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data., Remote Sensing of Environment 37(1), 35-46

Deák, M.–Telbisz, T.–Árvai, M.–Mari, L.–Horváth, F. (2013): Subpixel Vegetation Classification of EO-1 Hyperion Data Through Spectral Reduction, A Case Study in Hungary In: He Yingbin, Gao Mingjie, Zhou Zhenya (szerk.) The Application of Remote Sensing and GIS Technology in Crop Production. Beijing, Kína, 2013.08.26-2013.08.30. China: China Agricultural Science and Technology Press (CASTP) pp. 83-88.

Kerényi, A.–Szabó, G. (2007): Human impact on topography and landscape pattern in the Upper Tisza region, NE-Hungary. Geografia Fisica E Dinamica Quaternaria 30:(2) pp. 193-196.

Tobak Z.–Csendes B.–Henits L.–van Leeuwen, B.–Mucsi L. (2013): Légifelvételek spektrális és térbeli információtartalmának felhasználása a városi felszínborítás térképezésében In: Lóki József (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában IV.: Térinformatika Konferencia és Szakkiállítás, Debreceni Egyetemi Kiadó, pp. 441-450.

Egy 18. századi Valk-éggömb virtuális megjelenítése

Szabó Renáta

fiatal kutató, MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, szabo.renata@csfk.mta.hu;

Abstract: The Library of the Reformed College in Debrecen has a rare copy of a 300-year-old celestial globe. The globe was published in 1700 in Amsterdam. The publisher was the Valk family. This globe is an interest-ing cartographic product and it has to be saved for the posterity. The solution offered by the latest tech-nology is to transform the old cartographic product into a digital form, and then to publish it on the inter-net. This paper introduces this special globe and describes the process of making its virtual copy.

Bevezetés

A Debreceni Református Kollégium Nagykönyvtárában található az általam vizsgált glóbusz, amit 1700 körül adtak ki Amszterdamban. A kiadó a Valk család volt, de egyes források azt mondják, hogy Hevelius készítette. Az éggömb része a kulturális örökségnek, ezért fontos megmenteni az utókor számára. A legújabb technikai lehetőségeknek hála született is megoldás ennek a glóbusznak eredeti formájában történő virtuális megőrzésére.

A Valk-éggömb

Glóbusznak nevezzük a Föld, vagy más égitest, vagy az égbolt és a csillagképek kicsinyített, generalizált ábrázolását egy gömb alakú testen. A szó a latin globus szóból ered, jelentése gömb alakú. Kétféle glóbusztípus létezik: a földgömb, és az éggömb. Az előbbi a Föld felszínét, míg az utóbbi az égen látható csillagképeket ábrázolja.

A Valk-éggömb átmérője 31 cm (*1. ábra)*. A gömb gipsz borítású, papírmaséból készült. A papírmasé összetett anyag, amely két fő alkotórészből áll. Az egyik összetevője a papír (papírdarabok vagy papírpép, néha textillel megerősítve), a másik a ragasztó. A glóbusztérkép rézlemezről lett nyomtatva, amelyet a kasírozást követően kézzel festettek, majd lakkoztak. A gömb kétszer 12 szegmensre van felosztva. Az éggömbnek sárgaréz meridián gyűrűje van, és az órakör hiányzik az északi és déli sarkoknál. Az állvány fából készült.

A 18. századi föld- vagy éggömbök többnyire négylábú állványon álltak. Ez tartotta a fából vagy fémből készült horizontális gyűrűt, az erre



1. ábra Valk-éggömb Debrecenben

felfüggesztett és az állvány talpára támaszkodó meridiángyűrűvel. Ebbe illeszkedett bele a legkülönbözőbb anyagokból készült és gipsszel bevont gömb, amely forgatható a meghosszabbított földtengely vagy égi tengely körül. A glóbuszhoz tartozott még a tengely északi végére erősített és azzal együtt forgatható óramutató, valamint a magassági szögek, vagyis a földrajzi szélesség mérésére szolgáló kvadráns és egy iránytű is. A térképet vagy a gömbre rajzolták, festették vagy gravírozták, vagy előre elkészített papírszegmensekre fametszetes, rézmetszetes később kőnyomatos módszerel nyomtatták, és a szegmenseket felragasztották a gömbre. A többnyire 12 vagy ritkábban 18 gömbcikkely a kezdőmeridiántól kiindulva, egyenként 30 illetve 20 hosszúsági foknyi területet fedett le. A sarkok környezetét ún. pólussapkával borították. A glóbusz koordinátái 5 fokonként kerültek megírásra, mind a szélességi, mind a hosszúsági körökön. Az egyenlítő felirata is fellelhető a gömbön (Æquator), a további négy fő szélességi körrel együtt (Északi sarkkör, Ráktérítő, Baktérítő, Déli sarkkör). Az ekliptika mentén végig futó állatövi jegyek 12 részre osztják az ekliptikát (Kos, Bika, Ikrek, Rák, Oroszlán, Szűz, Mérleg, Skorpió, Nyilas, Bak, Vízöntő és Halak). A nyilas csillagkép alatt van egy magnitúdó tábla a Nappal. Tejút és Magellán-felhő is megtalálható a gömbön. A következő csillagok nevei olvashatók a glóbuszon: Achernar (Cygnus), Archermar (Eri), Alamac, Aldebaran, Algenib (Per), Algol, Antares, Arcturus, Canopusa, Capella, Castor, Cauda Cygni, Dubbe, Lucida Arietis, Lucida Lyra, Marcab, Mirach, Pollux, Procyon, Propus, Regel, Scheat (Aqr), Scheat (Peg), Schedir, Spica Virgins, Syrius, Vindemiatrix.

A debreceni Valk-éggömb már a 18. század eleje óta fel van jegyezve a könyvtáros diákok által vezetett számadásokban. A gömb elég korán került Debrecenbe, talán a városi tanács rendelte. 1995 – 1996 között a glóbusz Budapesten, a Széchényi Könyvtárban restaurálva lett. Ezért ilyen jó az állapota. A restaurálást Csillag Ildikó, Kálmán Péterné, Lente Zsuzsanna és M. Ádám Ágnes végezte. A glóbusz restaurálásának folyamatáról fényképek találhatók az Országos Széchényi Könyvtár honlapján. A honlapon Hevelius neve szerepel, mint készítőé, ez abból a félreértésből származik, hogy Hevelius neve rajta van a gömbön, a címben (*2. ábra*). A Valk cég az éggömbjeit, mint Hevelius-gömböket készítette és címezte, Johannes Heveliusnak az Uranographia című csillagatlaszára támaszkodva. Az éggömböt Amszterdamban, a Valk család adta ki.

A 18. század egyetlen glóbusz kiadója Gerard Valk cége volt. A céget 1683-ban alapította sógorával, Petrus (Pieter) I. Schenkkel. 1710-ben már fia, Leonardus (Leonard) Valk is csatlakozott a térképeket, glóbuszokat kiadó vállalathoz. Leonardus halála után özvegye, Maria Schenk vezeti a vállalkozást, majd a 18. század végére Cornelius Covens lesz a tulajdonosa a cégnek.

Virtuális glóbusz elkészítése

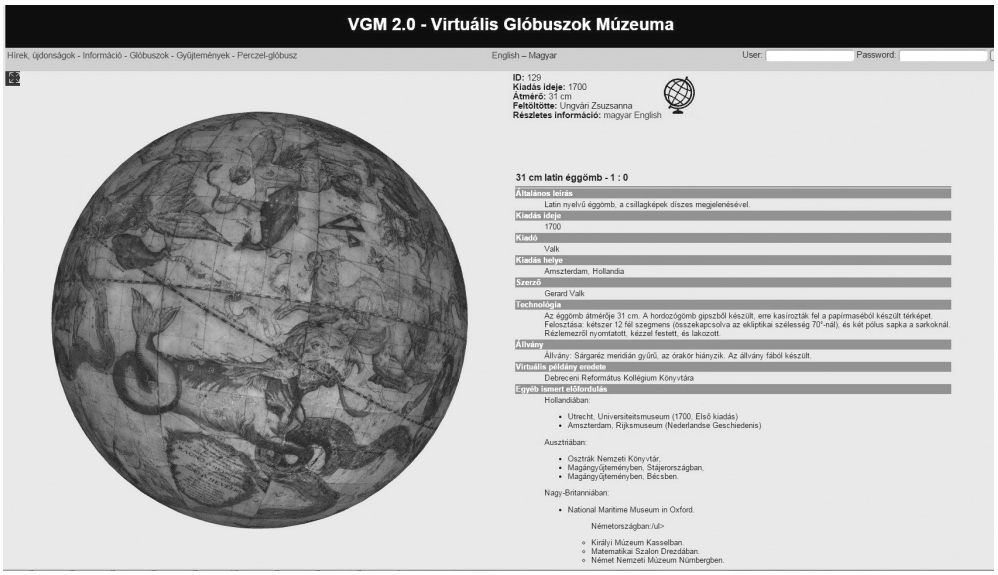
A régi gömböknek időről időre szükségük van restaurálásra. A modern számítógépes technológia lehetővé teszi, hogy az éggömb eredeti állapotában kerülhessen bemutatásra. A gömb felszínéről készített fotók segítségével elkészíthető egy virtuális glóbusz, ami az internetre feltölthető.

A Valk-éggömb a Virtuális Glóbuszok Múzeumában található meg (http://terkeptar.elte.hu/vgm/2/?lang=hu&show=globe&id=129) (*3. ábra*). A múzeum 2007 óta elérhető. A Virtuális Glóbuszok Múzeuma (VGM) az ELTE Informatikai Kar Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszékén alapított és üzemeltetett on-line múzeum. A múzeum alapító szerkesztője Márton Mátyás, a technikai megvalósítás pedig Gede Mátyás munkája.

Virtuális glóbusz létrehozásához először fotót kell készíteni a gömb felszínéről, ezért 2014. május 14-én Márton Mátyással és Nemes Zoltánnal látogatást tettünk Debrecenben a Református Kollégium Nagykönyvtárában, ahol több mint 100 fényképfelvétel készült a Csokonai-szobában a Valk-éggömbről. Ahhoz, hogy a fényképezés során készített fotókból jól használható anyagot kapjunk, számos dologra oda kell figyelni. A fotózás során minden képnek ugyanolyan körülmények között kell készülnie: biztosítani kell, hogy a megvilágítás és az optikai elrendezés ne változzon a fényképezés során. A



2. ábra A címmező



3. ábra Valk-éggömb a Virtuális Glóbuszok Múzeumában

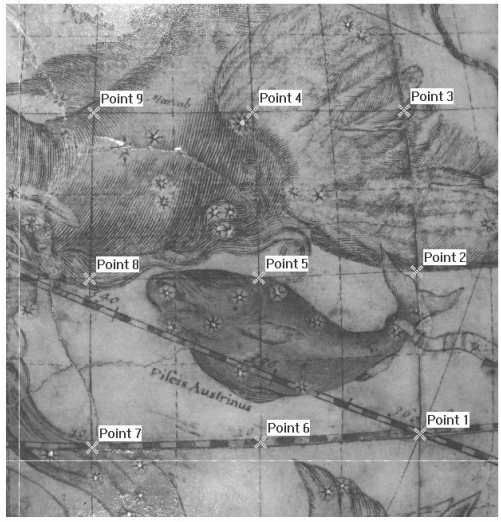
gömböt állványából kiszedve egy puha ruhával bélelt, kör alakú tartóban kell elhelyezni. Fontos, hogy stabilan tartsa a beléhelyezett gömböt, de eközben elfordítható is legyen. A gömb elhelyezésekor a forgástengely vízszintes, és kezdetben az Egyenlítő néz az objektív felé. A célterület ekkor egy 20°×30°-os foktrapéz.

A megvilágításról két reflektor gondoskodik. Minden egyéb fényforrást ki kell zárni, az ablakokat be kell sötétíteni. A reflektorok helyét úgy kell beállítani, hogy a gömbfelületen a csillogó foltok a fotózás célterületén kívülre essenek, miközben a célterület minden pontján ugyanakkora a fényerősség.

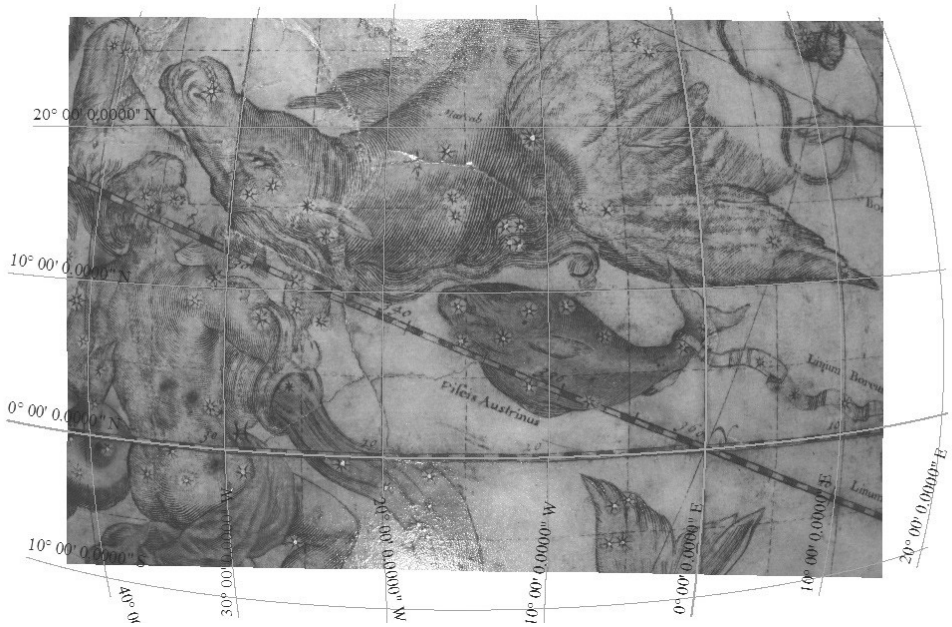
Egy-egy meridián menti sávot kell végigfényképezni a fényképsorozat készítése folyamán. Így közben nem változnak a fény- és optikai viszonyok. Az egyes sávok befejezése után kell elforgatni a glóbuszt annyival, hogy a következő sáv közepét alkotó meridián kerüljön vízszintes helyzetbe.

A georeferálás során a fényképezéssel készült nyers digitális raszteres képeket látjuk el valamilyen térképi koordináta-rendszerrel (*4. ábra*). A georeferáláshoz ismerni kell a kép vetületét, illetve megfelelő számú illesztőpontot kell meghatározni. Ezek a pontok általában a fokhálózati metszéspontok. Ezen kívül használni kell egy térinformatikai szoftvert, mint például a Global Mappert, amivel a georeferálást én készítettem. Egy földgömbről készült fényképet georeferálni lehet, amennyiben a fényképnek, mint térképnek a vetületét meg tudjuk határozni. Ez a vetület ferde perspektív síkvetület. Sajnos ezt a vetületet az ismert térinformatikai rendszerek egyike sem támogatja. Ha a fotózás optikai tengelye áthalad a gömb középpontján, a vetület a függőleges perspektív síkvetületre (Vertical Near-Side Perspective) egyszerűsödik (*5. ábra*). Ez már ismertebb vetület, és a legtöbb térinformatikai program (többek között az általam használt Global Mapper is) felismeri.

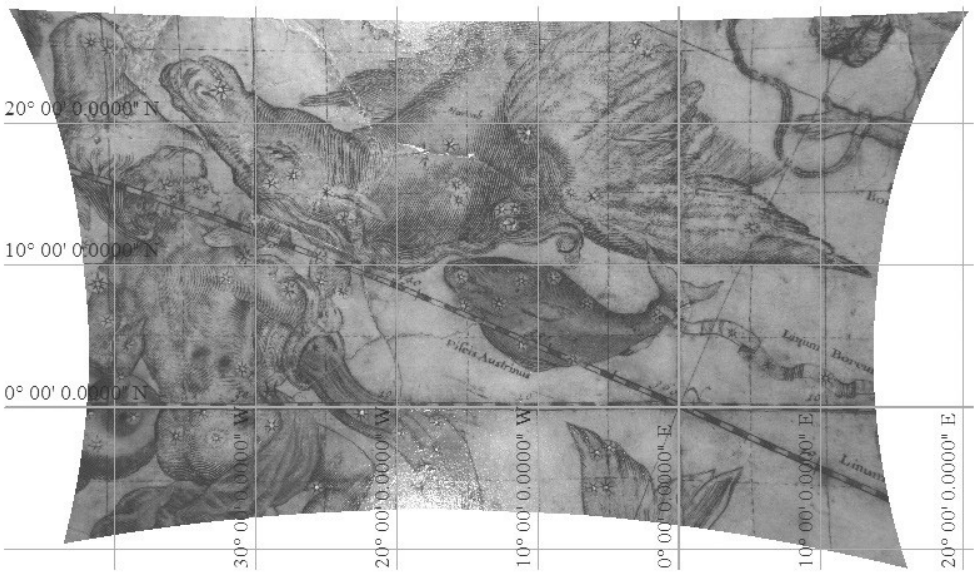
A program, melyet Gede Mátyás készített a „Globe Photo Parameter Calculator" (Glóbuszfénykép-paraméterszámító) nevet viseli, a fényképen meghatározható illesztőpontokból kiindulva keresi meg a vetületi paraméterek értékét. A Global Mapperben e program által készített vetületi fájlt töltjük be. Az egységes kép vetületének érdemes a négyzetes hengervetületet (Plate- Carée) választani (*6. ábra*). A georeferált képeket ebbe a vetületbe kell konvertálni. Ezután ki kell vágni az egyes képek célterületét tartalmazó



4. ábra Georeferálás



5. ábra Függőleges perspektív síkvetületű kép



6. ábra Négyzetes hengervetületű kép



7. ábra Négyzetes hengervetületű, téglalap alakú képkivágat

foktrapézokat (*7. ábra*). Az így kapott képeket GeoTIFF-be mentjük. Miután egy glóbusz összes képe feldolgozásra került, az egyes darabokat együttvéve megnyitva megkapjuk a gömb négyzetes hengervetületű képét.

Összefoglalás

A föld és az éggömbök mindig is a tudományt és a művészetet jelentették. A glóbuszok szemléltetik a Földet és a Világegyetem megismert képét, modellezik az adott korban ismert világot. A glóbuszokon jól nyomon követhető a földrajzi és csillagászati megismerés fejlődése. Ezért is fontos régi gömbök tanulmányozása.

A Valk-éggömb már elérhető a Virtuális Glóbuszok Múzeumában, így megmarad az utókor számára is, ahogy a Múzeumban található gömbök mind. A Virtuális Glóbuszok Múzeumában bemutatott gömbök száma egyre bővül.

Felhasznált irodalom

Allmayer-Beck, P. E. (1997): Modelle der Welt: Erd- und Himmelsgloben, 352.

Barcza J. (ed.) (1988): A Debreceni Református Kollégium története, 406.

Dekker, E. (1999): Globes at Greenwich, A Catalogue of the globes and Armillary Spheres in the National Maritime Museum, Greenwich, 509–515.

Fraunhofer (2011): X3DOM Documentation. Fraunhofer IGD,VCST https://x3dom.readthedocs.org/en/1.3.0/ A honlap utolsó látogatása:2015. 03. 16.

Gede, M. (2009): Publishing globes on the internet. Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica 44 (1): 141–148.

Gede M. (2010): Webkartográfia és geoinformatika a térképészeti örökség védelmében, Doktori értekezés.

Gede, M.–Ungvári, Zs.–Zentai, L. (2013): Virtual Globes Museum 2.0 – Adding the Power of Community. http://www.icc2013.org/_contxt/_medien/_upload/_proceeding/174_proceeding.pdf

Klinghammer, I. (1998): A föld- és éggömbök története

Krogt, P. (1984): Old globes in the Netherlands, 25-26., 220-254.

Márton M.–Gede M.–Zentai L. (2008): Föld- (és ég-) gömbök 3D-s előállítása (Virtuális Földgömbök Múzeuma és digitális virtuális restaurálás). Geodézia és Kartográfia 60:(1–2) pp. 36–42.

Márton, M. (2008): Virtuelles Globen-Museum in Ungarn. Kartographische Nachrichten 58:(5) pp. 266-267.

Stevenson, E. L. (1921): Terrestrial and celestial globes, Their history and construction including a consideration of their value as aids in the study of geography and astronomy

Tooley, R. V. (1999): Tooley's dictionary of mapmakers

Ungvári, Zs. (2009): Földgömbtérképek készítése digitális vetületi transzformációval, Szakdolgozat.

Ungvári Zs–Gede M.–Zentai L. (2013): Virtuális Glóbuszok Múzeuma 2.0 Új lehetőségekkel bővült az internetes tárlat, Térinformatikai konferencia és szakkiállítás konferencia kiadványa, Debrecen, pp. 459–464.

Official x3dom documentation http://doc.x3dom.org/
A honlap utolsó látogatása: 2015. 03.16.

The restored globes in the National Széchényi Library
http://regi.oszk.hu/hun/szakmai/restaurator/restaurator_globuszok_hu.htm
A honlap utolsó látogatása: 2015. 03. 16.

Celestial cartography http://www.berksastronomy.org/starcharts.htm
A honlap utolsó látogatása: 2015. 03. 16.

Globe http://www.madehow.com/Volume-4/Globe.html
A honlap utolsó látogatása: 2015. 03. 16.

Felszínfejlődési szakaszok és formák vizsgálata LiDAR felmérés alapján a Tisza hullámterén

Szabó Zsuzsanna[1] – Szabó Szilárd[2] – Szabó József[3] –
Tomor Tamás[4] – Hunyadi Gergő[5]

[1] PhD hallgató, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szabo.zsuzsanna@science.unideb.hu
[2] egyetemi docens, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szabo.szilard@science.unideb.hu
[3] professor emeritus, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szabo.jozsef@science.unideb.hu
[4] főiskolai docens, Károly Róbert Főiskola, Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet, tomor@karolyrobert.hu
[5] kutató mérnök, Envirosense Hungary Kft. Debrecen, ghunyadi@gmail.com

Abstract: The aim of this paper is to examine what possibilities can the Digital Terrain Model (DTM) produced by LiDAR offer in order to detect the morphological characteristics of the floodplain. The study area is located in the floodplain of the River Tisza. Our analysis was executed by visual and manual interpretation of a LiDAR survey in ESRI ArcGIS10.3 software. The paper's results give us basic information of fluvial geomorphological features for the study area and facilitate subsequent field work.

Bevezetés

Az ember mindig arra törekedett, hogy az alapvető életfeltételként szolgáló víz közelében telepedjen le, részben a vízkészlet miatt, részben pedig a víz hatására létrejött kedvező természeti, valamint geomorfológiai adottságoknak köszönhetően. Hazánkban ez főként a folyókat és környezetüket jelenti, kisebb részben pedig a tavakat. A folyókat az egyik legjelentősebb felszínalakító tényezőként tartjuk számon (Gábris Gy. 2013). A folyóvízi folyamatokhoz sokszínű élővilág kötődik, valamint gazdag formakincsük és üledékük révén is kiemelkedő értékeket képviselnek.

Mindezen adottságok, kedvező feltételek következtében a társadalom ezeket a területeket formálta a leghosszabb időn át és a legerőteljesebben, háttérbe szorítva a természetes fluviális folyamatokat. A folyóvizek szabályozásával és az árvízvédelemi rendszerek kiépítésével nemcsak a felszíni és a felszín alatti víz szabad mozgása szűnt meg, hanem sok helyen a korábbi folyóvízi formákat is megváltoztatta az ember (Lóki J.–Szabó J. 2011).

A Kárpát-medencében elterülő Alföld Európa egyik legnagyobb folyóvizek által kialakított síksága, mely hazánk területének több mint a felét

foglaja el. Legmeghatározóbb folyója a Tisza, melynek medrét és hullámterét az ármentesítési és szabályozási munkálatok sok helyen és jelentősen átalakították. Az ármentesítési munkák következtében mintegy 2 millió hektár szabadult fel a Tisza és mellékvizei időszakos elöntései alól. Az ármentesítés mellett az árvizek gyorsabb levonulását a kanyarulatok átvágásával, ezáltal a folyó esésének növelésével érték el. A hullámtér kialakításával egy, a korábbiakban nem létező, sajátos geomorfológiájú fluviális térszín jött létre (Vass R. 2014).

A szabályozás után sokan foglalkoztak a Tisza mederváltozásaival, az akkumulációs és ártérfejlődési folyamatokkal (Lovász Gy. 1972, 2001, 2005; Nagy I. et al. 2001; Schweitzer F. 2001, 2003, 2005; Gábris Gy. et al. 2002; Oroszi V. et al. 2006; Sándor A. – Kiss T. 2006, 2007; Gábris Gy. et al. 2008; Szabó Sz. et al. 2012; Szabó J. et al 2013 stb.). A hullámtér átalakulása még napjainkban is fontos kutatási terület, többek között a hullámtér optimális hasznosítása céljából, az árvízelvezetés hatékonyságnak növelése érdekében, valamint az ott fellelhető természeti és geomorfológiai értékek megőrzése miatt is.

Az utóbbi időkben az aktív távérzékelési technológiák elterjedésével új lehetőségek nyíltak a felszíni objektumokról gyűjthető adatok mennyiségi és pontossági tulajdonságait illetően, amelyek segítik a digitális domborzatmodellek egyre szélesebb körű felhasználását (Király G. 2004).

Az aktív szenzor nagy terepi felbontás mellett, rövid idő alatt, nagy területen képes a vegetáció és a felszín 3D mérésére, a több szintű visszaverés (fullwave form) érzékelésével meghatározható a növényzet struktúrája, a talaj borítottsága is (Sajid G. et al 2013, Király et al. 2012). LiDAR felmérés segítségével korábban nem tapasztalt részletességgel kaphatunk információkat a folyók hullámtéri jellemzőiről is, lehetőségünk van a korabeli térképek alapján nem, vagy csak nehezen azonosítható medrek, ártéri forma elemek detektálására, a mikrodomborzati sajátságok, területhasználati jellemzők vizsgálatára (Bekő L. et al 2013).

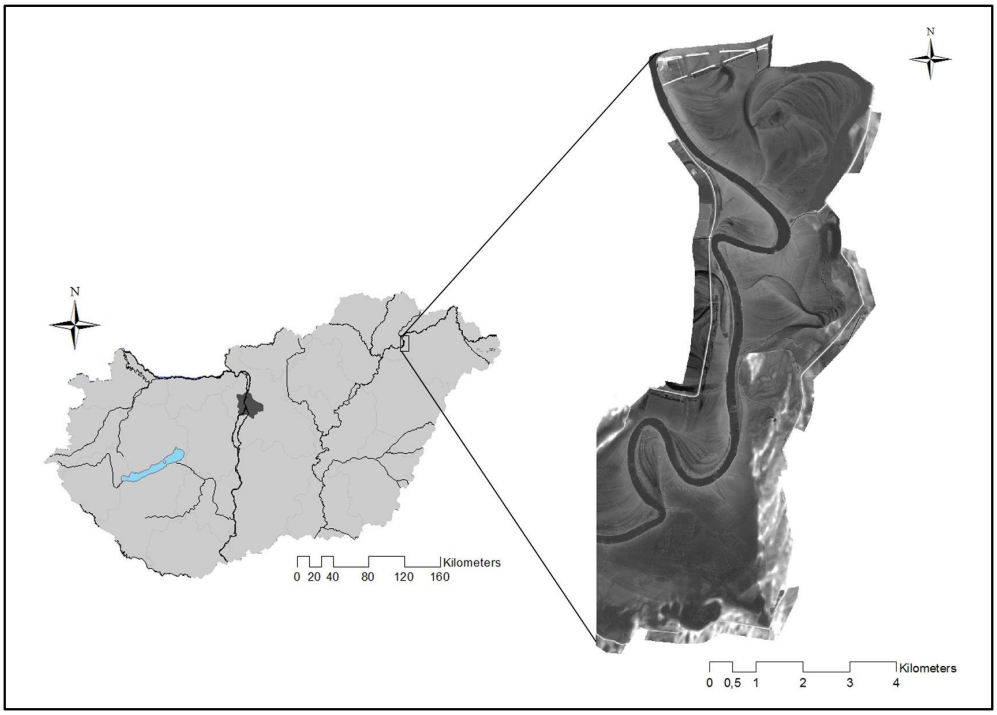
Jelen munkánk során azt vizsgáljuk, hogy a LiDAR segítségével előállított domborzatmodell milyen lehetőségeket rejt a hullámtéri formakincs felmérésében. Célunk részben az volt, hogy ekészítsük a terület geomorfológiai térképét, részben pedig az, hogy a hullámtér egyes részeinek korát el tudjuk helyezni egy relatív időskálán, azaz a sarlólapos-övzátony generációk keletkezésének sorrendjét meg tudjuk állapítani.

Anyag és módszer

Vizsgálatunk során a Felső-Tisza térségében választottunk mintaterületet, melyről rendelkezésünkre álltak egy korábbi repülési kampány keretében készített távérzékelt adatok. A terület Rakamaz-Tiszanagyfalu-Tiszaeszlár-Tiszaladány települések közigazgatási határán belül, a hullámtéri részen terül el (*1. ábra*). A hullámtér ezen a területen nagy kiterjedésű, így lehetőség adott a hullámtéri formák kialakulására, a kanyarulatok túlfejlődésére, lefűződésére és emellett viszonylagos érintetlensége miatt mindmáig megtalálhatók a sarlólaposok, övzátonyok, lefolyástalan ártéri laposok és a tagolatlan ártéri síkság is.

A légi LiDAR felmérés Riegl LMS-Q680i műszerrel történt 688 m magasságból 2012 augusztusában. A felvételezés 4 pont/m2 pontsűrűséggel készült ±15 cm-es pontossággal. A feldolgozást a TerraScan szoftver felhasználásával készítettük. A TerraScan egy a Bentley Microstation szoftverébe beépülő szoftver, mely a LIDAR-os adatok feldolgozására szogál. A pontfelhőből a digitális domborzatmodellt az ArcGIS10.3-ban állítottuk elő.

A felszíni formákat vizuálisan azonosítottuk és manuálisan vektorizáltuk ArcGIS10.3 környezetben. Emellett keresztszelvényeket



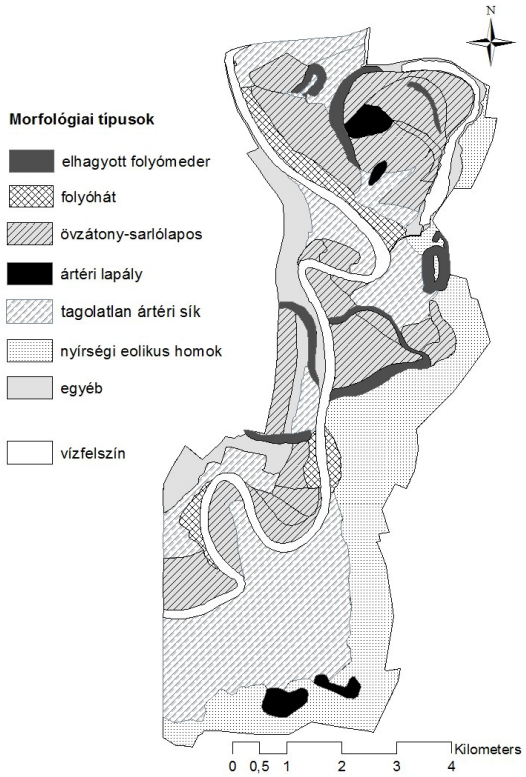
1. ábra A mintaterület elhelyezkedése és digitális domborzatmodellje

készítettünk GlobalMapper14-ben. A munka során az övzátony-sarlólapos együttesek és a holtmedrek fedvényeit készítettük el, melyhez a LiDAR alapú domborzatmodellen kívül a terület ortofotóját is felhasználtuk.

Eredmények és megvitatásuk

Az árterek morfológiai alapon történő osztályozása során a mérsékelt égövi síksági folyókra legjellemzőbb a folyamatos középvonal eltolódásból következő vízszintes irányú ártérfejlődés, laterális akkréció, mely esetében elsősorban lapos árterek képződnek (Schweitzer et al. 2002; Vass R. 2014). E területek fő felszínformái a középvízi mederrel megközelítőleg egy szintben lévő övzátonyok és a közöttük elhelyezkedő sarlólaposok.

A munka első fázisában a mintaterület domborzatmodelljén az alluviális területekre jellemző fluviális formaelemek azonosítása történt (sarlólapos-övzátony, ártéri lapály, folyóhát, fok, tagolatlan ártéri sík), elkészítettük a terület geomorfológiai térképét (*2. ábra*).

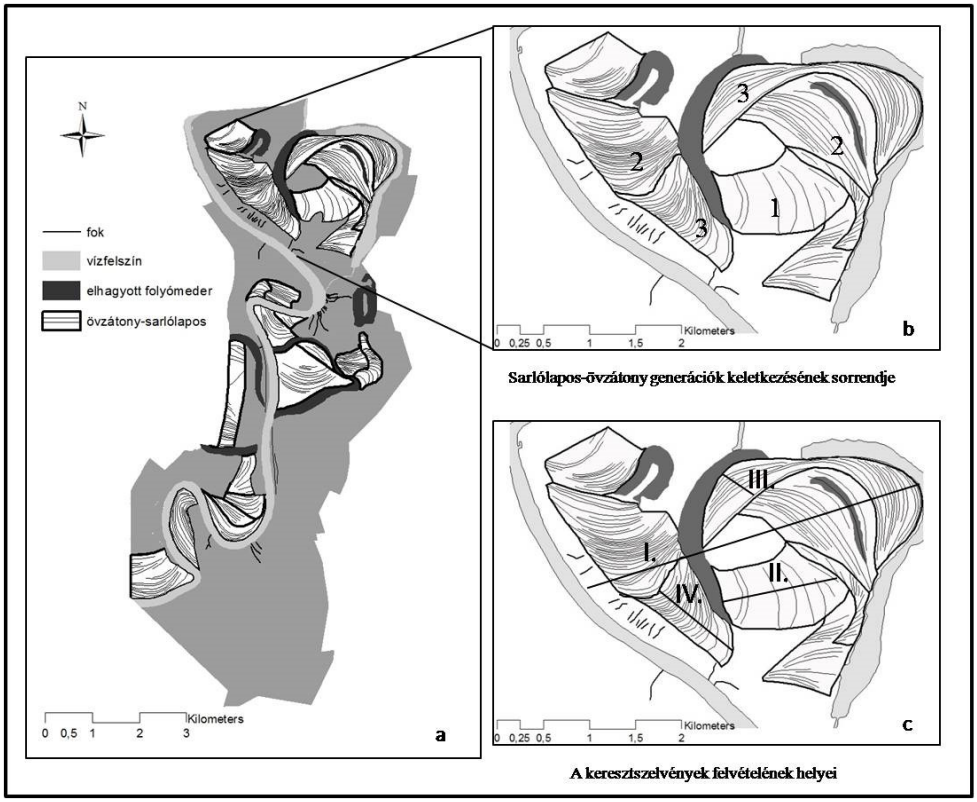


2. ábra A mintaterület geomorfológiai térképe

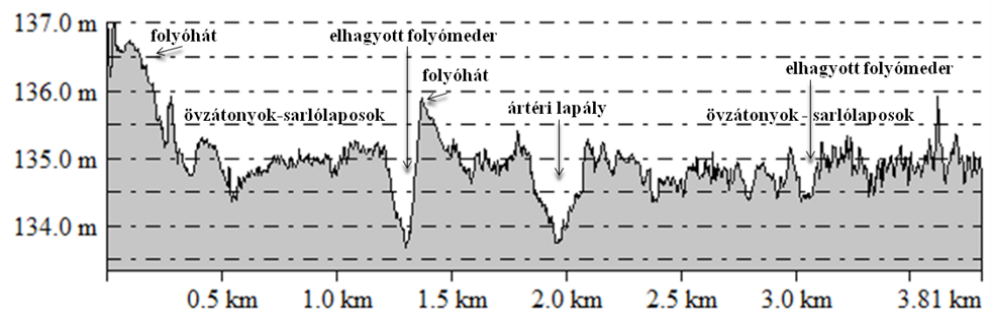
A domborzatmodell alapján kirajzolódik, hogy a mintaterületen hogyan helyeződtek át a kanyarulatok, létrehozva a terület legjellemzőbb képződményeit, az övzátony-sorokat és az azokat elválasztó sarlólaposokat, melyek a terület közel 30%-át fedik. A másik legjellemzőbb forma a tagolatlan ártéri sík ugyancsak a terület 30 %-án van jelen. A mintaterület déli, délkeleti részére a nyírségi eolikus formakincs is benyúlik, mely szintén jelentős, több mint 20%-os területi aránnyal bír.

Munkánk további részében elsősorban az övzátony-sarlólapos együttesek sajátságait, keletkezési sorrendjeit vizsgáltuk, kiemelten kezelve a Tisza és a Nagy-Morotva között található, különböző fluviális környezetben képződő felszínt. Az övzátonysor és sarlólapos rendszerek elkülönítését a közöttük kiemelkedő folyóhátak, valamint az eltérő futásvonalak tették lehetővé (*3.a ábra*).

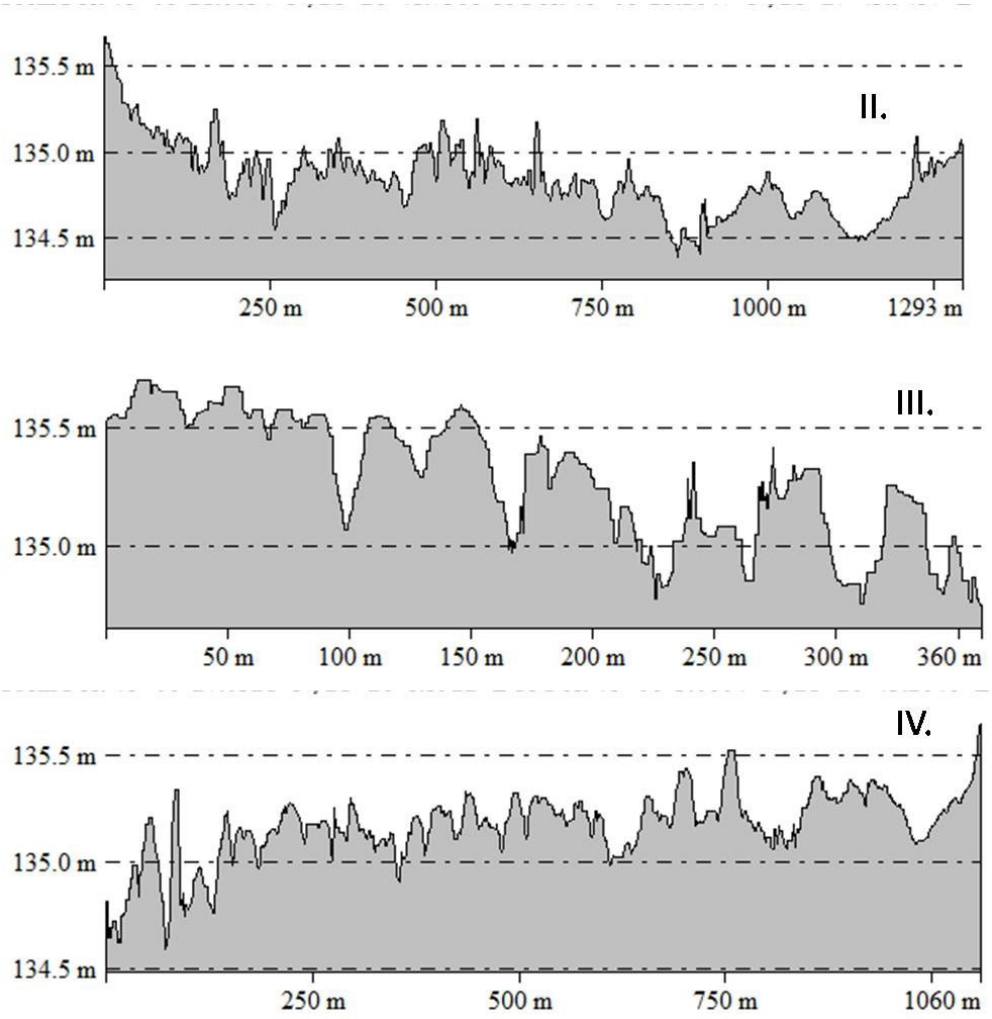
A sarlólapos-övzátony generációk keletkezési sorrendjének értelmezését azok „kusza" rajzolata kissé nehezítette, végül a 3.b ábrán látható időrendiséget állapítottuk meg.



3. ábra Övzátony és sarlólapos rendszerek



4. ábra I. keresztszelvény



5. ábra II. III. IV. keresztszelvény

A terület magasság viszonyainak elemzése céljából négy keresztszelvényt készítettünk (*3.c ábra*).

A négy keresztszelvény közül az I., mintegy 4 km hosszan, a vizsgált területre jellemző morfológiai típusok magasságkülönbségeit mutatja be (*4. ábra*).

A terület legmagasabb része a Tisza mentén húzódó folyóhát, mely 136 m fölé emelkedik, a legmélyebben fekvő térszínek pedig, egy holtmeder és egy ártéri lapály, melyek magasságértékei 134 m alá csökkennek. A II. III és IV. kersztszelvények egy-egy övzátony-sarlólapos együttes magasságjellemzőit szemléltetik (*5. ábra*). A magasabb övzátonyok és a köztük lévő mélyedések szintkülönbsége 2 méter körül mozog. A mintaterület ortofotóján az is nyomonkövethető, ahogy a mélyebb fekvésű sarlólapos térszínek futásvonalát pangó vizes foltok kísérik.

A felszín mindössze pár méteres magasságkülönbség értékei nagymértékben befolyásolják az árvizek alkalmával kialakuló lefolyási viszonyokat, illetve meghatározzák a területhasználati tulajdonságokat is (Tóth Cs. 2006).

A hullámtér morfológiája az üledék-felhalmozódásra is jelentős hatással van (Sándor A.–Kiss T. 2006).

Az árvíz elleni védekezés egyik eredményes eszköze lehet a hullámtereken található morfológiai formák térbeli mintázatának és elhelyezkedésének pontos ismerete és az erre alapozó helyes területhasználat kialakítása. Természetvédelmi szempontból is fontos az optimális földhasználati struktúra és a hullámtéri vizes élőhelyek megőrzése (Wittner et al. 2005). Amint azt vizsgálatunk is mutatja a LiDAR alapú domborzatmodell által kapott információk mindezen feltételeket hatékonyan segítik.

Felhasznált irodalom

Bekő L.–Kiss A.–Burai P. (2013): Invazív gyomok felmérése légi távérzékelési technológiával hullámtéri területeken, konferencia kötet, Térinformatika Konferencia és Szakkiállítás, Debrecen 2013, pp. 103-111.

Gábris Gy.–Telbisz T.–Nagy B.–Belardinelli E. (2002): A Tiszai hullámtér feltöltődésének kérdése és az üledékképződés geomorfológiai alapjai, Vízügyi Közlemények, 84: 305-322.

Gábris Gy. (2013): Általános természetföldrajz II. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest 465 p.

Király G. (2006): Domborzatmodellek előállításához felhasználható forrásadatok összehasonlító vizsgálata http://www.uni-miskolc.hu/~fkt/hundem/Cikkek/Kiraly%20Geza.pdf

Király G.–Brolly G.–Burai P. (2012): Tree Height and Species Estimation Methods for Airborne Laser Scanning in a Forest Reserve. In: Nicholas Coops, Mike Wulder (szerk.) Full Proceedings of SilviLaser 2012: 12th International Conference on LiDAR Applications for Assessing Forest Ecosystems

Lóki J.–Szabó J. (2011): A külső erők geomorfológiája, egyetemi jegyzet, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 220 p.

Sajid, G.–Balázs, Sz.–Andreas, R.–Norbert, P. (2013): Landslide Displacement Monitoring Using 3D Range Flow on Airborne and Terrestrial LiDAR Data http://www.mdpi.com/2072-4292/5/6/2720/htm

Sándor A.–Kiss T. (2006): A hullámtéri üledék-felhalmozódás mértékének vizsgálata Közép- és Alsó-Tiszán, Hidrológiai közlöny, 86: 58-62.

Schweitzer F.–Nagy I.–Alföldi L. (2002): Jelenkori övzátony (parti gát) képződés és hullámtéri lerakódás a Közép-Tisza térségében, Földrajzi értesítő, 51. évfolyam, 3-4. füzet pp. 257-278.

Tóth Cs. (2006): Adalékok a Tisza mederformálásának alakulásához egy felső-Tiszavidéki mintaterület vizsgálatai alapján, In: Szabó J (szerk.) Földrajzi tanulmányok Lóki József 60. születésnapja alkalmából, 241 p. Debrecen, DE Kossuth Egyetemi Kiadó, 2006. pp. 222-230.

Vass R. (2014): Ártérfejlődési vizsgálatok felső-tiszai mintaterületeken, egyetemi doktori PhD értekezés, Debrecen, 184 p.

Wittner I.–Dévai Gy.–Kiss B.–Müller Z.–Miskolczi M.–Nagy S.A. (2005): A Felső-Tisza-menti holtmedrek állapotfeltárása 2. rész: Állapotértékelés Hidrológiai Közlöny 85:171-173. (2005)

Geostatisztikai módszerek alkalmazhatóságának lehetőségei valamint korlátai mezőgazdasági művelés alatt álló területen

Szalóki Annamária

PhD hallgató DE TTK Természetföldrajzi- és Geoinformatikai Tanszék
szaloki.annamaria@gmail.com

Abstract: The soil sample strategy is the one of the most important step, before we make an interpolated surface about our soil samples. The aim of this paper is to determine the spatial variability taking into consideration the decisive soil features. At the same time I would like to find the optimal number of samples, determination of optimum sampling distance while taking into account the anthropogenic impact.

Bevezetés

Az utóbbi évtizedekben a környezetbe kibocsátott az antropogén szennyező anyagok mennyisége nagymértékben megnövekedett, amely jelentősen csökkenti a természeti rendszerek puffer kapacitását, köztük a talajokét is (Szabó Sz. 2001). A talaj, mint a környezet része, állandó szoros kölcsönhatásban van a környezet többi elemével, úgymint a légkörrel, a vízzel, az élővilággal valamint az alatta fekvő kőzettel. Talajról beszélni, a talajt megismerni másképp nem lehet, mint a környezet többi elemének figyelembe vételével. A köztük fennálló kölcsönhatást nem lehet leszűkíteni egyirányú hatásokra, hanem csak a hatás/visszahatás részletes ismeretében tudjuk felmérni a talaj szerepét a környezetben (Stefanovits P. 1995). A környezetvédelemmel a fenntartható tájhasználattal kapcsolatos döntések támogatásához egyre növekvő szükség van a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos releváns információkra. A talajra vonatkozó információ azért is különösen fontos, mert a talaj feltételesen megújuló erőforrás. Fenntartható használata lehetséges, mindazonáltal odafigyelést és folyamatos cselekvést igényel. Elő kell segítenünk maximális megújulóképességét, megőriznünk és újítanunk multifunkcionalitását. (Várallyay Gy. 2007).

A geo tudományok, de egyéb tudomány területek mérései nagyon gyakran pontszerűek. Vagyis egy adott területen, a tér egy jól meghatározott pontjának valamely fizikai, kémiai paraméterét több pontban mérik. Ezekből a pontokból következtetéseket kell levonni olyan területekre is, melyekről mérés idő, vagy anyagi források hiányában nem készült. Ezután a pontszerűen mért adatokból térképet, vagy akár vertikális szelvényt kell szerkeszteni. A be

nem mért térrészekre történő becslés egy GIS előállításának nagyon fontos momentuma, pontos és drága méréseket is teljesen el lehet rontani, ha nem a megfelelő mechanizmust használjuk, esetleg nem a megfelelő beállításokkal, paraméterekkel végezzük a modell készítést (Herczeg Á. 2010).

Ezért is nagyon fontos, hogy megfelelőképpen tudjuk azonosítani, felmérni a vizsgált problémát, és szükség van olyan megoldásokra, melyek a rendelkezésre álló nagy mennyiségű információt képesek feldolgozni, mivel a hagyományos mintavételi eljárások idő és költségigényesek. Ehhez járulnak hozzá a geostatisztikai eljárások is, melyek elősegítik az egyes mintavételi módszerek lehető legcélszerűbb módon történő gyakorlati alkalmazását.

Mintavételi stratégiák kiválasztásának jelentősége a becsült paraméterek meghatározásánál

A környezetvédelmi kutatásokban a megfelelő mintavételi stratégia választása kulcsfontosságú az eredmények értelmezésében (Orloci L.1988).

A mintavétel fogalma kettős, egyrészt beszélhetünk egy terepi külső másrészt egy laboratóriumi belső mintavételről. A reprezentativitás és a heterogenitás ill. homogenitás fogalma összekapcsolódik. A helyszíni mintavételtől az analitikai eredmények kiszámításáig számos hibaforrással találkozunk. A talaj nem homogén test, tulajdonságai pontról pontra változhatnak. Ez a változékonyság talajtulajdonságonként eltérhet. A talajheterogenitás - a mikroheterogenitásból adódóan - nem függ meghatározóan a mintázandó terület nagyságától. A talajvizsgálatok hibaforrásainak eloszlásából következik, hogy azok pontosságát és megbízhatóságát kevéssé tudjuk növelni, ha ugyanazon a talajmintán a vizsgálatokat esetleg többször is megismételjük (Kádár I. 1997). A jól kialakított mintázási terv kritikus szerepet játszik a következtetéshez szükséges adatmennyiség biztosításban. Emiatt a mintázási terv meghatározó eleme minden matematika statisztikai és geostatisztikai feldolgozásnak. Annál is inkább, hiszen ezek az elemzési eljárások a stacionaritás bizonyos szintjeit igénylik, ám ezeket a hipotéziseket a minták alapján általában nem lehet igazolni. Ebből természetesen következik, hogy a mintázási terv során olyan helyzet kialakítása fontos, amelyek ezeket a stacionaritási feltételezéseket nyilvánvalóvá teszik (Geiger J. 2007 b).

Geostatisztika

Az elsődleges adatelemzésnek két lényeges eleme van: az alapvető statisztikai mennyiségek (összefoglaló statisztikák) meghatározása és az adatok grafikus bemutatása. A statisztikai mennyiségek olyan adatfüggvények,

amelyek az adathalmazt numerikusan írják le: átlag, medián, percentilek, variancia szélesség, szórásnégyzet. Ezek alkalmasak arra, hogy egyrészt az adatokból valamilyen áttekintést kapjunk, másrészt, hogy következtetéseket tegyünk arra a populációra, amelyből az adatok származnak. A grafikus reprezentációt használjuk (a) az adatokon belüli rendszerek és kapcsolatok bemutatására, (b) bizonyos feltételezések megerősítésére vagy elvetésére (c) potenciális problémák meghatározására (Geiger J. 2007 a).

Elmondhatjuk, hogy a geostatisztika lényegében a gyenge stacionaritású vagy a belső hipotézisnek eleget tevő tér-időbeli sztochasztikus folyamatokkal foglalkozik. Gyenge stacionaritásúnak tekintünk egy térbeli sztochasztikus folyamatot, ha a várható érték a mérési helytől független, továbbá a kovariancia csak a pontok egymás közti távolságától függ. Ha a vizsgált paraméterrel egy gyenge stacionárius sztochasztikus folyamatot vizsgálunk, akkor a tapasztalati félvariogram egy kezdeti emelkedő szakasz után egy vízszintes egyenes körül fog ingadozni. Amennyiben a félvariogram a teljes értelmezési tartományán monoton növekvő, akkor trendhatásra gyanakodhatunk. A trend léte mind a gyenge stacionaritásnak, mind a belső hipotézisnek ellentmond. Emiatt ekkor előbb a mért értékekből el kell távolítani a trendet, és a trendtől való eltérésekre kell félvariogramot számítani (Füst et al, 2010).

Anyag és módszer

A vizsgált területem Mezőladány külterületén, a Tisza egyik holtágában helyezkedik el, melynek mérete megközelítőleg 3 ha. A területen folyamatos mezőgazdasági termelés folyik, talaja öntéstalaj, ezért a hordalékban felhalmozódhatnak különböző nehézfémek is, melyet a Tisza szállít és tesz le a hullámtérben. A mintavételi stratégia kialakításakor nem szabályos rácsháló mentén vettük a mintákat, hanem egy-egy pont között 20-20 méter távolságot igyekeztünk tartani, így összesen 80 db felszíni minta került begyűjtésre. A térbeli geostatisztikai vizsgálatokat ArcGis 10.2 valamint Surfer 11 szoftverek segítségével végeztem.

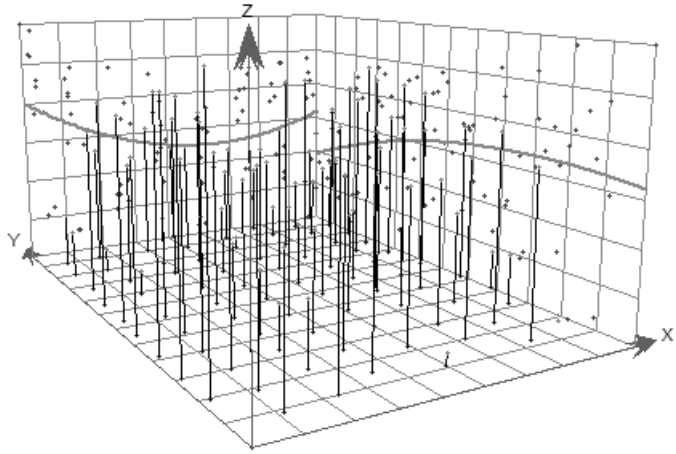
Eredmények

A vizsgálataim elsősorban a legfontosabb talajtulajdonságra valamint az egyes esszenciális főalkotókra, nyomelemek, valamint a toxikus nehézfémek előfordulási arányára terjednek ki. Azt vizsgáltam, milyen módszerrel tudjuk leírni legjobban az adott tulajdonságot egy jelentősen emberi beavatkozásnak kitett területen, mivel a mezőgazdasági területeken számos esetben

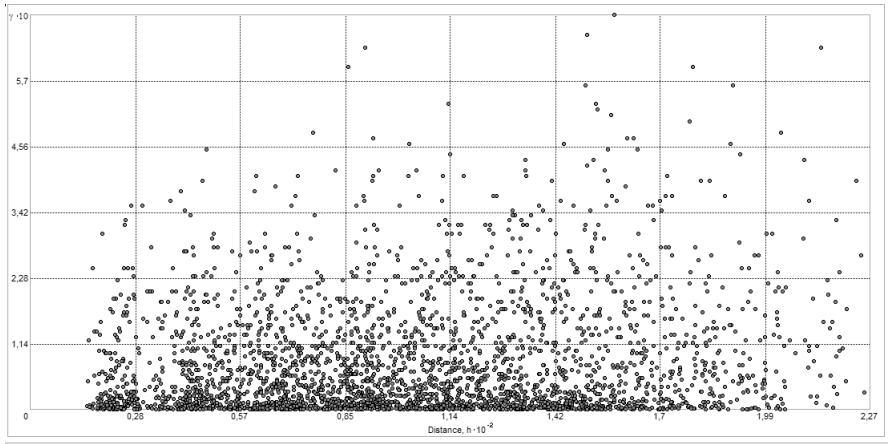
előfordulhatnak olyan térrészek, melyek lényegesen eltérnek egymástól viszonylag kis távolságokon belül is.

A vizsgált tulajdonságokra elvégeztem az alapvető statisztikai eljárásokat, melyek szükségesek az adatok további elemzéséhez. Ezen eredmények alapján kiderült, hogy mintáink nagy része a normál eloszlást követi, azonban egyes talajtulajdonságoknál bizonyos trend volt megfigyelhető (*1. ábra*).

Ezt követően variancianalízist végeztem, hogy megfigyeljem hol találhatóak egy egyes paraméterek közötti nagyobb különbségek. Az alábbi variogam felhőn is jól látszik, hogy kis távolságokon belül is vannak egymástól markánsan eltérő pontok (*2. ábra*), ami adódhat esetlegesen mérési hibából, azonban nem zárhatjuk ki, azt a lehetőséget sem, hogy esetleg valamilyen



1. ábra Trend jelenléte a kémhatás esetében



2.ábra Variogram felhő talaj kémhatás esetében

mezőgazdasági beavatkozást követően térhetnek el egymástól a pontok.

Rajkai Kálmán (2001) kutatásai során is megállapította, hogy a talajparaméterek szórása még egy mezőgazdasági táblán belül is különböző lehet, ezért ismernünk kell a paraméter változatosságának a modell eredményekre gyakorolt hatását. A modell érzékenység elemzésekor nem csupán azt szükséges vizsgálnunk, hogy a modell mennyire érzékeny a paraméter értékének bizonyos százalékú megváltozására, hanem azt is, mennyire érzékeny a paraméter varianciára (változatosságra).

Emellett Kádár Imre (1997) vizsgálatai során rámutatott arra, hogy pl. a tápelemtartalom 1 m^2-en csaknem olyan mérvű szórást mutathat, mint 1 hektáron. A hektáros területen lehetnek lényeges különbségek a termékenységben vagy egy adott elem tartalmában. Ezek az eltérések azonban nem feltétlenül kell, hogy meghaladják a pontminták közötti szórásokat, melyeket egy méteres területen mérünk. Ez azt is jelentheti, hogy ha két tábla között kívánunk különbséget kimutatni a táblaátlagok alapján, táblánként esetleg nagyszámú részmintát kell vennünk ahhoz, hogy az átlagok közötti kisebb eltérést megbízhatóan igazoljuk. A műtrágyázás növelheti a talaj heterogenitását. Az ún. "feltöltött" és tápelemekkel jól ellátott talajon a CV értékek is nagyok.

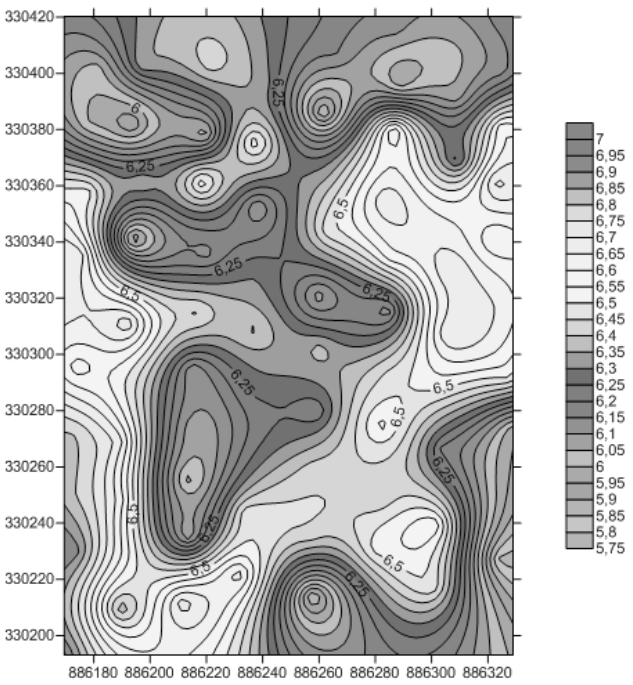
Interpolációs technikák alkalmazhatósága

A mintavételi stratégiák megválasztása a fent említett okok miatt is nagyon fontos, mert csak így tudunk megfelelő biztonsággal használható adatfelszínt létrehozni. A mezőgazdasági területek esetében, ahol folyamatos emberi beavatkozás történik, szélsőségesen változhatnak az egyes vizsgált paraméterek, ami nagymértékben befolyásolja az egyes geostatisztikai vizsgálatok becslésének jóságát. A mi esetünkben a vizsgált paraméter a kémhatás, melynek területi eloszlását krigeléssel valamit variogram illesztésekkel becsültem.

A krigelés kizárólag stacinárius, normál eloszlású paramétermezők becslésére alkalmas (Füst A. 1997), ezért a vizsgálat első lépése a trend (angolul drift) leválasztása (detrend). Ha nem látszik egyértelműen ilyen trend, akkor ezt a lépést el szokták hagyni (Telbisz et al. 2013). A következő lépés a variogram illesztés. Az első esetben nem vettem figyelembe azt a feltételt, hogy leválasszam a trendet a folyamatból, így egy olyan félvariogrammot kapunk, ahol nem tudunk egyértelmű hatástávolságot leolvasni, illetve a modell tartalmaz röghatást, ami utalhat hibára illetve arra, hogy az adott tulajdonságot nézve kevéssé mintáztuk a meg a területet. A második esetben

már eltávolítottam a trendet a folyamatból, de itt sem tudtam ráilleszteni egy modellt, amiből pontosan meghatározható lenne egy hatástávolság (*3. ábra*). Minél nagyobb egy adott paraméter h idő (vagy tér) távolságon belül bekövetkező változása, annál sűrűbb mintavételezés szükséges. Az első, amikor a vizsgált idő vagy tér távolságon a félvariogram folyamatosan nő, az adott folyamat nem stacionárius, trend eltávolítása szükséges (Hatvani et al. 2012).

A későbbiekben faktor illetve főkomponens analízissel meghatározhatóak az egyes paraméterek közötti kapcsolatok, ezáltal co-krigelés valamint regresszió krigelést is végezhetünk. A co-krigelés olyan matematikai eljárás, amely lehetővé teszi, hogy valamely tulajdonság pontbeli becslését egy másik tulajdonságnak a becslésbe történő bevonásával javítsuk. Az eljárás során lineáris sztochasztikus kapcsolatot tételezünk fel a becsülendő paraméter és egy másik, általában „jobban ismert", például sűrűbben mintavételezett paraméter között. A két adatsor felhasználásával azokon a területeken, ahol a becsülendő paraméter interpolálásához szükséges információ hiányzik, a másik adatsor segítségével történhet a keresett paraméter becslése (Kohán B. 2014).



3. ábra Krigelés trend leválasztásával és anélkül

Összegzés

Ahhoz, hogy pontosan meghatározhassuk a vizsgált paraméterek térbeli kiterjedését, számos tényezőt figyelembe kell vennünk, illetve számos vizsgálatot kell még elvégeznünk. A variogram elemzéseknél akadályozó tényező lehet az adatok között kis távolságon belül kialakuló nagyobb mértékű variancia, mely esetben nem tudunk megfelelő variogram modellt illeszteni az adatainkra, emiatt gyanakodhatunk mérési hibára vagy pedig a nem megfelelő mintavételi stratégia megválasztására az adott területen. A mezőgazdasági területek esetében fontos, hogy a későbbiekben részletesen megvizsgáljuk a kiugró szélső értékeket, valamint többféle eljárást alkalmazzunk co-krigelés, regressszió krigelés, sztochasztikus szimuláció. A vizsgálatokat követően talajmintavételszám optimalizálás szükséges, meg kell határozni, mi az a mintaszám mennyiség, amelynél még megfelelően reprezentatív adatfelszínt, térképeket állíthatunk elő.

Felhasznált irodalom

Füst A. (1997): Geostatisztika. Kézirat. Eötvös Kiadó. Budapest. 427 p.

Füst A. et al. (2010) : Monitoringtervezés és -értékelés geostatisztikai módszerekkel I. Szakértői véleményen alapuló, „igazoló" mintázás geostatisztikai támogatása. Földtani Közlöny.

Geiger J. (2007 a): Geomatematika, JATEPress Kiadó, Szeged, 116 p.

Geiger J. (2007 b): Statisztikai alapú földtani mintavétel. Jatepress Kiadó, Szeged, 84 p.

Hatvani I. et al.,(2010): Mintavételezési gyakoriság optimalizálása variogram függvénnyel a Kis-Balaton Vízvédelmi Rendszer példáján. Természetvédelmi Közlemény 18 pp. 202-210.

Herczeg Á. (2010): Felület illesztési módszerek megbízhatósági kérdései. Acta Agraria Kaposváriensis 89-99 p. Kaposvár.

Kohán B. (2014): GIS-alapú vizsgálat a Duna–Tisza közi homokhátság szárazodásának témakörében. Budapest, 142 p.

Kádár I. (1997): A növénytáplálás alapelvei és módszerei. Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest 417 p.

Rajkai K. (2001): Modellezés és modellhasználat a talajtani kutatásban; Agrokémia és talajtan, Tom. 50. No. 3–4. 469, MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest

Orl´oci L. (1988): Community organization: recent advances in numerical methods. Can. J. Bot. 66, 2626-2633.

Stefanovits, P. (1995): Talaj és a környezet – A talaj környezeti tompítóképesége; Agrokémia és Talajtan. Tom.44 No. 3-4.

Szabó, Sz. (2001): Connection between Soil and Landscape Sensitivity – Ekológia Bratislava, 20. Bratislava, pp. 285-291.

Telbisz T. et al. (2013): Digitális Terepmodellek Adat, látvány, elemzés. Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar Földrajz- és Földtudományi Intézet, Természetföldrajzi Tanszék, Budapest, 80 p.

Várallyay, Gy. (2007): Soil resilience (Is soil renewable natural resource?) Cereal Reserarch Communications 35.2. 1277-1280

Az autópályák hatása a belvízképződésre Csongrád megyében

Szatmári József [1] – Barta Károly[2]

[1] egyetemi docens, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tsz., szatmari@geo.u-szeged.hu;
[2] egyetemi docens, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tsz., barta@geo.u-szeged.hu

Abstract: It has been known for a long time that linear infrastructures (railways, roads, embankments) significantly influence surface and subsurface horizontal water movements. Clear evidence can be observed at places where oxbows and abandoned meanders are crossed by roads, while the effect can hardly be shown at lowlands free from linear water drainage forms. This research seeks to answer the question whether the motorways opened in the last 10 years around Szeged, SE Hungary (M5, M43) have any role in the appearance of extended patterns of inland excess water along certain sections of the motorways. The infiltration conditions of two selected sample sites were determined by soil and geodetic studies and it was also possible to determine the elevation of the ground water level. The analysis of results underlines the significant effect of linear infrastructures.

Bevezetés

A ’90-es évek belvízmentes periódusát követően az ezredforduló éveitől a csapadékosabb időszakokban (1999, 2000, 2006, 2011) ismét 200-300 ezer ha fölé emelkedett a belvízzel borított területek kiterjedése Magyarországon (Van Leeuwen B. 2013). Az elöntések számos olyan területet is érintettek az Alföld délkeleti részén, ahol korábban nem dokumentáltak még belvizet, vagy legalábbis a belvíz-veszélyeztetettségi, illetve elöntés-gyakorisági térképeken a legkisebb kockázatú területekként vannak feltüntetve (Kozák P. 2008, Köröspartı J. et al. 2009). Az elmúlt bő egy évtized belvizeinek természetes okaiként a megelőző őszi és téli időszak hidrometeorológiai viszonyai, a magas talajvízállás és a tartós talajfagy jelölhetők meg, de vélhetően igen jelentős szerep tulajdonítható az emberi hatásoknak is (Pálfai I. 2007, Szlávik L. 2007, Szatmári J.–Leeuwen B. 2013).

A jelzett időszak második felében Szeged környékén több vonalas létesítmény épült, 2005 decemberében nyitották meg az M5-ös autópálya Kiskunfélegyháza-Szeged közötti szakaszát, illetve 2010-ben az M43-as Szegedtől északnyugatra található szakaszát. A 2006-os belvizes tavaszon Szatymaz környékén az M5-ös autópálya mindkét oldalán olyan helyen tapasztaltak belvizet, ahol korábban még sohasem. Az extrém jelenség gyümölcsösökben is megfigyelhető volt, és sajnos az érintett barackállomány jelentős része kipusztult. Joggal vetődött fel a tulajdonosokban és a

szakemberekben az a gondolat, hogy a 2005 decemberében megnyitott autópálya gátat jelenthet a felszíni és a felszín közeli vízáramlás számára. Az autópálya szerepét itt nem sikerült minden kétséget kizáróan igazolni, de az út két oldalán jelentős eltéréseket tapasztaltunk a talajvízáramlási irányokban (Barta K.–Szatmári J. 2010). Az SZTE talajvíz megfigyelő kúthálózatának (Szatmári J. et al. 2014) adatait is figyelembe véve 2015 tavaszán új felméréseket végeztünk az autópálya Szeged-Kiskundorozsma külterületén áthaladó szakaszon, amelyek további adatokat szolgáltatnak a probléma teljeskörű feltárásához.

2010 tavaszán az újonnan megnyitott M43-as autóút északi oldalán lépett fel hasonló jelenség, a sándorfalvi csomóponttól nyugatra az úttöltés mindkét oldalán becslések szerint 200 ha-nál is nagyobb kiterjedésű terület került víz alá. A területen gazdálkodók az autópályát okolták a belvízborítottság miatt. Tény, hogy a leendő autópályát kísérő vízelvezető rendszer még nem volt kiépítve, és a távolabbi csatornaátereszekről is nehéz volt eldönteni, hogy betöltik-e funkciójukat.

Kutatásunk célja annak eldöntése volt, hogy a talajvízáramlásban, illetve a belvízi esemény létrejöttében, a felszíni vizek mozgásában kimutatható-e az autópálya befolyásoló hatása. A beszivárgási viszonyok jellemzéséhez részletes talajtani vizsgálatokat végeztünk az autópálya mindkét oldalán, illetve geodéziai módszerekkel meghatároztuk a belvízfoltok és a talajvíztükör domborzatát.

Mintaterület

A Szeged és Sándorfalva között elhaladó M43-as autópálya szakasz és a 4519-es jelű összekötő út csomópontjánál egy kb. 1 km-es szakaszt jelöltünk ki, ahol belvízi problémák jelentkeztek 2010 tavaszán. Az út ezen a szakaszon a Dorozsma-Majsai-homokhát felől érkezve a Dél-Tisza-völgy kistáj D-i részét keresztezi. A mintaterület 78-80 m B. tszf-i magasságú, kis relatív reliefű ártéri sík peremén helyezkedik el. Az ártéri sík döntő többségének felszínét 15-20 m vastagságú holocén réteg építi fel, amely a legfölső öntésiszapból réti agyagba, agyagos iszapba, majd lefelé egyre durvuló folyóvízi üledékbe megy át, melyből mintaterületünk infúziós löszből álló magaslatként emelkedik ki.

A kiválasztott területen lokálisan DK-ies vízáramlási irányt feltételeztünk, melyet a tőle DDK-re található laposabb mélyedések alapján valószínűsítettünk és ezt később a területről készített DDM segítségével igazolni is tudtuk (*1. ábra*). A DDK-i terület 78-79 m, míg a mintaterület 79-81 m Balti tengerszint feletti magassággal rendelkezik, tehát az adott területen

1-3 m-es magassági különbségek jellemzőek.

Módszerek

a, DDM előállítása és felhasználása

Az autópálya építését megelőző lefolyási irányokat a mintaterület tágabb környezetében (12 km2-es terület) nagyfelbontású digitális domborzatmodell segítségével állapítottuk meg. Az interpolációs eljárások közül a lehető legjobban simított, mégis torzulásmentes Radial base function method Thin plate spline algoritmusát választottuk (Kovács B.–Szanyi J. 2005). A mélyedések a Fill eszközzel feltöltésre kerültek, utána pedig a Flow Direction-nal meghatároztuk a lefolyási irányokat. A Flow Accumulation funkcióval minden egyes pixelhez hozzá lehetett rendelni a hozzátartozó vízgyűjtőterületet, és ezzel megjeleníthetővé vált a lefolyási hálózat.

b, Talajtani vizsgálatok

A terület talajtakaróját az autópálya mindkét oldalán megmintáztuk. Összesen 3 szelvényből szintenként begyűjtött talajmintákon – a terület talajtakarójának jellemzése céljából – az alábbi vizsgálatokat végeztük el: Arany-féle kötöttség, pH, karbonáttartalom, sótartalom, humusztartalom, valamint a szántott rétegnek és az alatta elhelyezkedő eketalp-rétegnek meghatároztuk az alapvető vízgazdálkodási tulajdonságait (porozitás, szántóföldi vízkapacitás, térfogattömeg) és a vízvezető képességét.

c, Geodéziai mérések és feldolgozásuk

Az autópálya északi és déli oldalán is 15-15 furatot mélyítettünk, melyekben cm-es pontossággal meghatároztuk a nyugalmi talajvízszinteket. A furatok peremmagasságát szintező műszerrel mértük be. A pontos talajvíz- és belvíztükör meghatározásához a részletes geodéziai felmérés az említett 30 ponton túlmenően kiterjedt a nyílt belvízfoltok széleinek a felmérésére is. A mért vízszintek és a geodéziai felmérés eredményeképpen az abszolút vízszintek is meghatározásra kerültek. A mérési adatokból az elméleti alapon kiválasztott számos interpolációs eljárás közül kettő adott reális, „használható” eredményt: a krígelés és a DDM létrehozásánál is alkalmazott Radial base function method Thin plate spline algoritmusa.

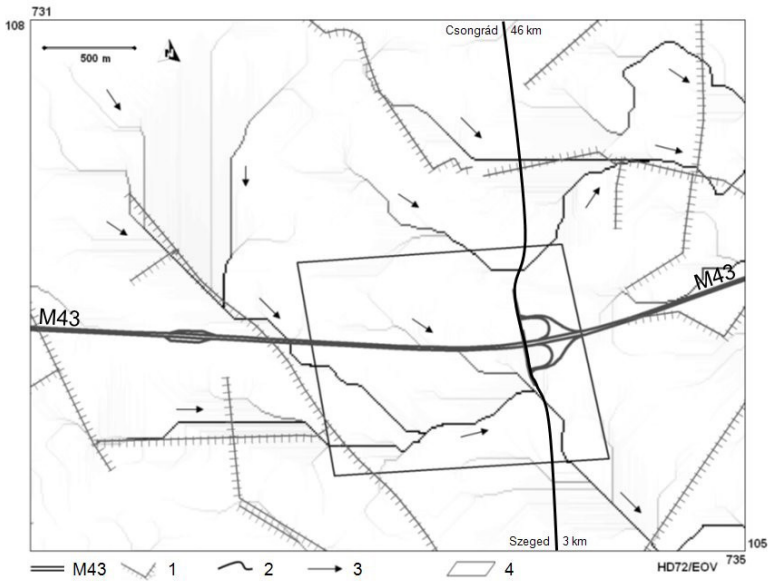
Eredmények

a, A természetes lefolyási viszonyok meghatározása

Az előzetes várakozásoknak megfelelően a vizsgált területen a felszíni lefolyás DK-ies irányú (*1. ábra*). Ennek kapcsán érdemes megfigyelni azt is, hogy a területen kialakított csatornahálózat rendkívül jól illeszkedik a természetes lefolyási viszonyokhoz, amint ezt a terület nyugati és északkeleti részén láthatjuk. Sajnos pont a szűkebb mintaterület csatornahálózata hiányzik, így az autópálya megépítésével egyidőben elengedhetetlen lett volna egy – nemcsak az útpályáról lefolyó vizek összegyűjtésére alkalmas – vízelvezető hálózat kialakítása. Eredményeink egy másik problémára is felhívják a figyelmet: a csongrádi úti felüljáró megépítésével nem zárható ki annak a lehetősége sem, hogy a felüljáró déli előterében a nyugatról kelet felé irányuló vízmozgás is akadályoztatva van, azaz az autópálya déli részén is megnövekedhet a belvízi kockázat.

b, Talajtani eredmények

Terepi és laborvizsgálataink is egyértelműen alátámasztották az Agrotopográfiai térképen az adott területen feltüntetett talajtípust. Eszerint az autópálya mindkét oldalán löszön kialakult, vályog fizikai féleségű réti



1. ábra A Szegedtől északra elhelyezkedő mintaterület és környéke a természetes lefolyási irányok bemutatásával. 1: csatorna, 2: mederszerű képződmény, 3: lefolyási irány, 4: mintaterület

csernozjom talajokat találunk, melyek Szeged környékén az egyik legjobb minőségű termőterületeket jelentik. 50-60 cm vastag sötétbarna A-szintjük 2 % feletti humusztartalmú. Alatta a 20-25 cm vastag B-szint humusztartalma már csak 1 %, s hosszabb-rövidebb átmenet után 80-100 cm-en érjük el az alapkőzetet jelentő lösztakarót, mely fizikai félesége ezen a területen homokos vályog. A talajtakaró A-szintjében 2-9 % karbonáttartalmat mértünk, mely a B-szinttől kezdve már mindenhol 13-15 % fölé emelkedik. A humuszos talajszintek sótartalma elenyésző, de 1 m alatt már 0,08-0,11 % közötti sótartalmat észleltünk, mely jelzi a réties jelleget eredményező talajvíz közelségét. Az Agrotopográfiai térkép kedvező vízgazdálkodási kategóriába sorolja a területet, de a mérési eredményeink alapján az adott fizikai féleséghez képest alacsony értékeket mértünk. A vízvezető képesség legnagyobb értékei a szántott rétegben 0,3-0,4 mm/h között voltak, de előfordultak egy nagyságrenddel kisebb értékek is, míg az eketalp-réteg K-tényezője 0,01 mm/h-nak adódott minden mérési helyen (Kun Á. 2011). Az igen alacsony értékek a több évtizedes nagyüzemi művelés miatti előrehaladott fizikai degradációra utalnak. Bár a mért értékek alapján még az eketalpréteg sem tekinthető vízzárónak, de nagyobb csapadékmennyiség esetén azokon a területeken, amelyekhez jelentős vízgyűjtők tartoznak, átmenetileg összegyülekezési belvizek kialakulására is van esély. Mindenesetre a belvízképződésnek kedveznek ezek az alacsony értékek, és különösen fontossá teszik a felszíni víz gravitációs lefolyásának biztosítását.

c, Belvízszintek és talajvízszintek az autópálya két oldalán

A furatokban a talajvízszintek 15 és 135 cm között változtak, legmélyebben az északi, legmagasabb térszín alatt, illetve a délkeleti, sándorfalvi úttól keletre eső területeken helyezkedett el a talajvíz. Ez utóbbi azért volt meglepő, mert a vizsgált terület egyik legalacsonyabban fekvő sarka. A talajvíztükör tengerszint feletti magassága 78,1 és 79,3 m között volt a furatokban. Az előre megtervezett 30 furaton túlmenően néhány ponton a terepen megfigyelt belvízfoltok vízfelszínének tengerszint feletti magasságát is meghatároztuk. A legjelentősebb belvízfolt az autópálya északi oldalán, közvetlenül a töltés tövében, hosszan elhúzódva kelet-nyugati irányban volt megfigyelhető. Tekintettel a 2010. május 6-i délutáni zivatarra, mely során 22-23 mm csapadék hullott le a környéken, a vízszinteket május 7-én újból lemértük, így a két egymást követő napról külön tudtunk talajvízszint-térképeket szerkeszteni. A nyers adatok elemzéséből négy momentumot emelünk ki:

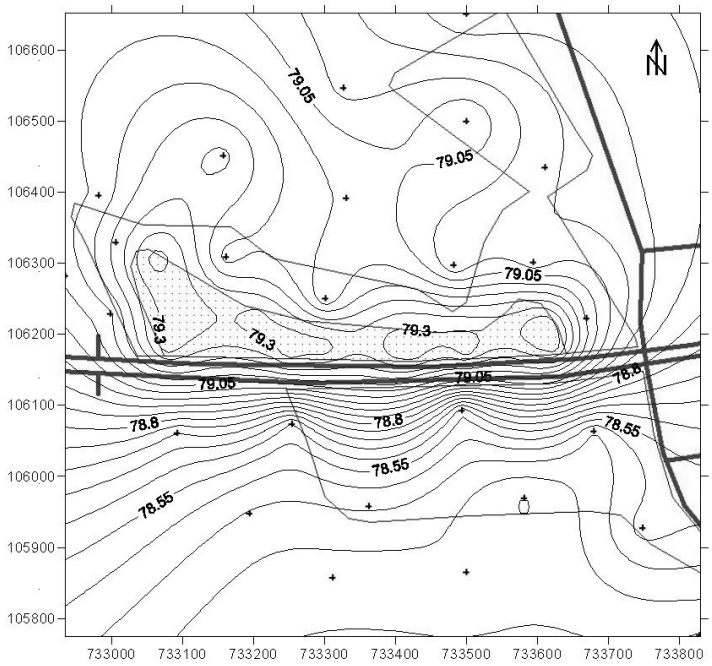
1. Mindkét napon az autópályától északra fekvő 15 pontban kb. 50 cm-rel

magasabb volt az átlagos vízszint, mint a pálya déli oldalán.

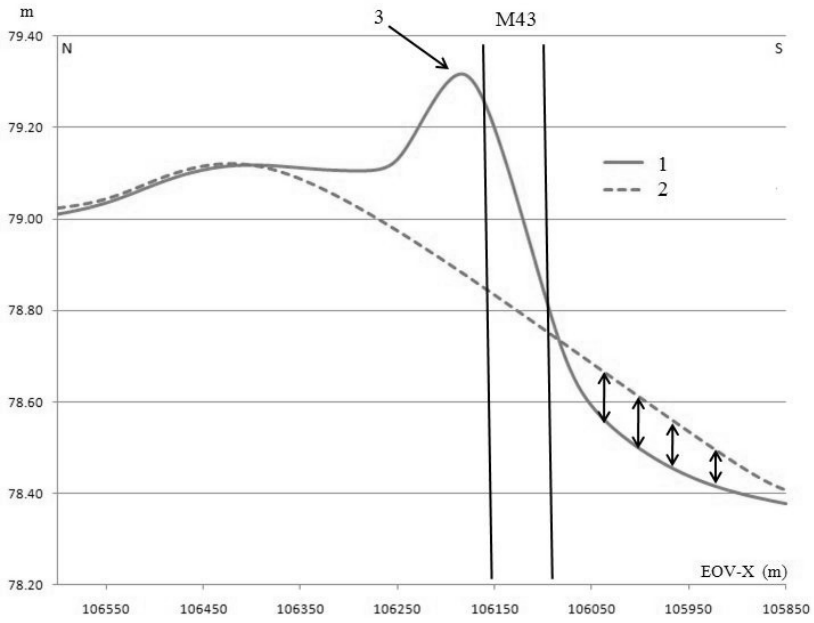
2. Mindkét oldalon a legmagasabb vízszintek közvetlenül az autópályát kísérő furatsorban voltak megfigyelhetőek, és ettől észak, illetve dél felé távolodva a talajvíztükör egyre alacsonyabbra került.
3. A második napra a furatokban, de a két oldalon átlagosan is 25-40 cm-t emelkedtek a talajvízszintek, és a pálya déli oldalán is belvízfoltok alakultak ki. Ezen belvízfoltok minimum 25 cm-rel alacsonyabban helyezkedtek el, mint az előző napi északi folt.
4. Az autópálya és a csongrádi út által közrezárt DK-i terület három furatában mindkét napon minimum 30 cm-rel elmaradtak az abszolút vízszintek a DNy-i területnegyed legközelebbi furataiban mért vízszintektől, sőt itt még a második napon sem alakult ki egyetlen belvízfolt sem. Ezek megerősítik azt a korábban említett felvetést, miszerint az új felüljáró által érintett területeken a víz Ny-K irányú mozgása is korlátozott.

Mindkét napra megszerkesztettük a talajvíztükör izovonalas térképét a vizsgálati területre. Mivel a két napra szerkesztett térképek jellegüket, és a belőlük levonható következtetéseket tekintve hasonlóak voltak, ezért a továbbiakban csak a május 6-i állapot elemzését részletezzük. Az interpolációba a furatokban mért talajvízszintek mellett a belvízfoltok adatait is bevontuk, sőt az interpolációs hibák csökkentése céljából az említett északi belvízfoltot „körbebástyáztuk" 79,33 m tszf. magasságú pontokkal. Tekintettel arra, hogy a két vonalas létesítmény által határolt síknegyedek közül az ÉK-iben nem történt mérés, az eredmények jelentős extrapolációs hibákkal voltak terhelve. Kénytelenek voltunk a mintaterületet szűkíteni, és a csongrádi úttól keletre eső térszíneket kihagytuk a vizsgálatból. Az alkalmazott interpolációs eljárások közötti különbségek a vizsgált területen 5 cm alatt voltak. További elemzés céljából ezek közül a krígeléssel kapott felületet választottuk ki (*2. ábra*).

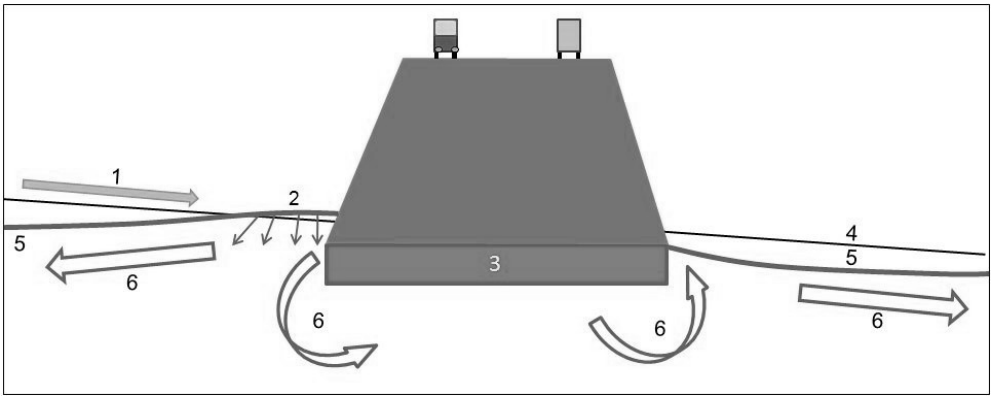
A kapott felület egyik legfontosabb jellemzője a környező talajvíztükör fölé emelkedő „belvízdomb", mely éppen a talaj gyenge vízvezető képessége miatt tud tartósan fennmaradni. Szembetűnő a déli oldal lényegesen nagyobb gradiense, amely önmagában még lehetne a délies irányú talajvíztükör következménye is, bár lényegesen eltér a felszín DK-ies lejtésétől. A kérdés eldöntésére újabb talajvízszint-térképet szerkesztettünk, méghozzá úgy, hogy az interpolációs eljárásból kihagytuk a belvízfoltot, és az azt övező furatokat (az autópályától délre is). Célunk ezzel az volt, hogy eltávolítsuk a belvízfolt által okozott „talajvízdombot", és megkapjuk az eredeti, a jelentős április-májusi csapadékhullás előtti „zavartalan" talajvíztükröt. A kapott eredményekből szerkesztett É-D irányú szelvényeket a *3. ábrán* tanulmányozhatjuk.



2. ábra A 2010. május 6-i talajvíztükör az M43-as két oldalán a keresztek a furatok helyét jelölik



3. ábra É-D irányú metszet a talajvíztükörről a belvízfolt figyelembevételével, illetve nélküle (2010. május 6.) 1: víztükör a belvízfolt figyelembevételével, 2: talajvíztükör belvízfolt nélkül, 3: belvízfolt



4. ábra Az autópálya szerepe a felszíni és felszín alatti vízáramlás módosításában
1: felszíni összegyülekezés, 2: belvíz, 3: tömörített töltésalap, 4: felszín,
5: talajvíztükör, 6: talajvízáramlás iránya

A belvízdomb eltávolítása után azt tapasztaltuk, hogy még az északi oldal jóval alacsonyabb kiindulási vízszintjével számolva is az interpolált talajvízfelszín az autópálya déli oldalán 10-15 cm-rel magasabbnak adódott a ténylegesnél.

A belvízdomb eltávolítása után azt tapasztaltuk, hogy még az északi oldal jóval alacsonyabb kiindulási vízszintjével számolva is az interpolált talajvízfelszín az autópálya déli oldalán 10-15 cm-rel magasabbnak adódott a ténylegesnél.

Az M43-as két oldala között az autópálya alapját jelentő tömörített löszös üledékek alatt nyilván van hidrológiai kommunikáció, amelyet alapvetően a hidrosztatikai nyomáskülönbségek, a Darcy-törvény irányít, de amint a *4. ábrán* látható, ez jelentősen lelassítja a déli és északi oldal vízszintjeinek kiegyenlítődését.

Összefoglalás

Munkánkban arra kerestük a választ, hogy a vonalas létesítmények közül az utóbbi években megnyitott autópályák milyen mértékben befolyásolják a felszíni és felszín közeli vízáramlási rendszereket, s ennek következtében milyen szerepet játszanak a belvizek kialakulásában, illetve a belvízfoltok kiterjedésében. Korábbi kutatásainkat követően a 2010 áprilisában megnyitott M43-as autópálya Szegedtől északra fekvő szakasza mentén egy kb. 1 km^2-es mintaterületet jelöltünk ki, amelyen komoly mezőgazdasági károk keletkeztek a 2010-es évben. Vizsgálataink kiterjedtek a terület domborzatmodelljén alapulva a természetes lefolyásviszonyok megismerésére, a beszivárgásban

és a belvízképződésben szerepet játszó talajadottságok meghatározására és elemzésére, valamint a Ny-K irányú útpálya két oldalán a talajvízdomborzat geodéziai méréseken alapuló elkészítésére.

Eredményeink alátámasztják kezdeti feltevésünket, miszerint az autópálya töltése a felszíni vízáramlást teljes egészében blokkolja, míg a felszín alatti vizek (talajvizek) kommunikációját erőteljesen korlátozza, markáns talajvízszintbeli különbségeket eredményezve ezzel az autópálya északi és déli oldalán, illetve nagy kiterjedésű belvízfoltokat hozva létre az északi oldalon. Vizsgálatainkkal a Szegedet Csongráddal összekötő úton épített felüljáró hatása is kimutatható az autópálya déli oldalának talajvízáramlásában.

Felhasznált irodalom

Barta K.–Szatmári J. (2010): Antropogén hatások a belvíz-képződésben. Esettanulmány az M5 autópálya szatymazi szakaszának talajvízáramlásban betöltött szerepéről. Hidrológiai Közlöny 90/2. pp. 23-25.

Bozán Cs.–Bakacsi Zs.–Szabó J.–Pásztor L.–Pálfai I.–Körösparti J.–Tamás J. (2008): A belvíz-veszélyeztetettség talajtani összefüggései a Békés-Csanádi lösszháton. Talajvédelem különszám. Nyíregyháza, pp. 43-52.

Kovács B.–Szanyi J. (2005): Hidrodinamikai és transzportmodellezés II. GÁMA-GEO Kft., Miskolc. pp.68-86.

Kozák P. (2008): A belvízgazdálkodás / belvízreform feltételrendszere az Alsó-tiszai tapasztalatok alapján. Magyar Hidrológiai Társaság XXVI. Országos Vándorgyűlése. Miskolc, 2008. július 2-4. Kun Á. (2011): A belvízfoltok szerepe a talajdegradációban. Diplomamunka. Szeged. pp.30-37.

Körösparti J.–Bozán Cs.–Pásztor L.–Kozák P.–Kuti L.–Pálfai I. (2009): GIS alapú belvíz-veszélyeztetettségi térképezés a Dél-Alföldön. Magyar Hidrológiai Társaság XXVII. Vándorgyűlése. Konferencia Proceedings CD-ROM, Miskolc. pp. 1-14.

Pálfai I. (2007): Szélsőségesen nedves vízháztartási helyzet a Tiszántúl DK-i részén 2006-ban. Hidrológiai Közlöny 87/2. pp. 62-65.

Szatmári J.–B. van Leeuwen (szerk.) (2013): Inland Excess Water – Belvíz – Suvišne Unutrašnje Vode. Szegedi Tudományegyetem; Újvidéki Egyetem, 154 p. http://www.geo.u-szeged.hu/meriexwa/sites/all/themes/meriexwa/pdf/IEW_book.pdf

Szatmári J.–Barta K.–Csépe Z.– Fehér Zs.–Miodrag B.–Obradovic D.–Dudarin Z.–Radonic Z. (2014): A talajvíz megfigyelésének lehetőségei. In: Blanka V.–Ladányi Zs. (szerk.): Aszály és vízgazdálkodás a Dél-Alföldön és a Vajdaságban. Szegedi Tudományegyetem, pp. 289-299.

Szlávik L. (szerk.) (2007): A Duna és a Tisza szorításában. A 2006. évi árvizek és belvizek krónikája. Bp., 9.

Van Leeuwen, B.–Szatmári, J.–Mezősi, G. (2013): Artificial neural networks and geographic information systems for inland excess water classification, In: Unger J, Pál-Molnár E (szerk.), Geoszférák 2012, SZTE TTIK Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport, pp. 9-33.

Domborzatmodellek és űrfelvételek szerepe a digitális talajtérképezésben – országos termőréteg vastagság térképezés

Takács Katalin[1] – Laborczi Annamária[2] – Bakacsi Zsófia[3] – Szabó József[4] – Pásztor László[5]

[1] tudományos segédmunkatárs, MTA ATK TAKI, takacs.katalin@rissac.hu
[2] tudományos segédmunkatárs, MTA ATK TAKI, laborczi@rissac.hu
[3] tudományos főmunkatárs, MTA ATK TAKI, zsofi@rissac.hu
[4] tudományos főmunkatárs, MTA ATK TAKI, james@rissac.hu
[5] tudományos főmunkatárs, MTA ATK TAKI, pasztor@rissac.hu

Abstract: The aim of soil mapping is to explore and visualize the spatial extension and variability of the thematic knowledge on soils. The method for obtaining information on soils is sampling which results only point data and should be spatially extended by a properly chosen process. Digital soil mapping (DSM) methods use spatially exhaustive, environmental auxiliary variables related to soil forming processes for spatial inference. Spatially continuous environmental variables can be derived most efficiently from digital elevation models (DEMs) or satellite images. In our paper we present, how DEMs and satellite images perform in a case study: the digital mapping of soil depth in Hungary.

Bevezetés

A digitális talajtérképezés módszertana környezeti segédváltozókat igényel, melyek közvetlen vagy legalább közvetett kapcsolatban állnak a térképezendő talajtulajdonsággal, továbbá térben folytonosak és teljes lefedettséget biztosítanak a célterületről (McBratney, A. B. et al. 2011). A környezeti segédváltozók feladata, hogy a talaj-táj kapcsolatot és a talajképző tényezőket minél eredményesebben modellezzék (McBratney, A. B. et al. 2003).

Ebből a szempontból az egyik legkézenfekvőbb lehetőséget a digitális domborzatmodellek (DDM) nyújtják, mivel a domborzat által meghatározott lefolyási és törmelékszállítási viszonyok nagyban befolyásolják a talajképződés körülményeit (McKenzie, N. J.–Ryan, P. J. 1999). A digitális domborzat elemzés lehetővé teszi olyan környezeti segédváltozók generálását, melyek jól tükrözik az adott helyszínen végbemenő geomorfológiai, klimatikus és hidrológiai folyamatokat (Taylor, J. A. et al. 2013).

A műholdfelvételek szintén térben folytonos fedettséget biztosítanak, továbbá kvantitatív információt is hordoznak a földfelszíni viszonyokról a talajokkal és a vegetációval kapcsolatban (Mulder, V. L. et al. 2011, Pásztor, L.–Takács, K. 2014). A felszínről visszaverődő reflektancia spektrum jellemző

az egyes felszíntípusokra, így direkt vagy indirekt ismeretek nyerhetők a talajokról a növényzeti borítottság függvényében (Viscarra Rossel, R. A. et al. 2006).

Jelen munkában az országos termőréteg vastagság térkép előállítása során kívánjuk elemezni és bemutatni a domborzatmodellek és űrfelvételek szerepét a hatékony és eredményes talajtérképezésben.

Anyag és módszer

Talajadatok

Az országos térképezéshez referenciaként felhasznált termőréteg vastagság adatok a Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszerből származnak (Pásztor, L. et al. 2013). Az adatbázisban közel 130 000 ponthoz rendelhető a termőréteg vastagságra vonatkozó információ.

Környezeti segédváltozók

A digitális talajtérképezésben leggyakrabban használt környezeti változók a talajképző tényezők közül a topográfiát, éghajlatot, növényzetet, földhasználatot és a talajképző kőzetet igyekeznek jellemezni (McBratney, A. B. et al. 2003). A termőréteg vastagság esetében a topográfia határozza meg a helyszínt (akkumulációs és eróziós térszínek), az éghajlat a rendelkezésre álló anyagmennyiséget (mállás és aprózódás), a gyökérfejlődést gátló tényezők pedig a terület geológiai adottságaitól függenek. Befolyásolja továbbá a talajt borító növényzet és a földhasználat.

A topográfia jellemzésére domborzati adatokat használtunk, melyek az EU-DEM (Bashfeld, A.–Keim, A. 2011) adatbázisból származnak 25 m-es felbontásban. A magassági adatokból a SAGA GIS szoftver (Böhner, J. et al. 2006) segítségével további elsődleges és másodlagos deriváltakat vezettünk le, melyek nemcsak a domborzati, hanem egyéb környezeti – hidrológiai, klimatikus és geomorfológiai – információkat is hordoznak magukban (*1. táblázat*).

Az éghajlati viszonyokat jellemző meteorológiai paraméterek közül az átlagos évi középhőmérsékletet, évi csapadékmennyiséget, tényleges párolgást és evapotranszspirációt alkalmaztuk (Szentimrey, T. – Bihari, Z. 2010).

A műholdképek segítségével a felszínborításról, földhasználatról, a növényzet állapotáról, továbbá direkt módon a csupasz talajfelszínről kaphatunk információt. A modellezéshez a MODIS szenzor adatait használtuk. Az alkalmazott űrfelvételek 250 m-es felbontásban, egy tavaszi

1. táblázat A modellezéshez felhasznált domborzati paraméterek.

SAGA GIS domborzati deriváltak	leírás	információ
aspect	kitettség	morfológia
channel network base level	lefolyás hálózati alapszint	hidrológia
diurnal anisotropic heating	napi anizotrópikus melegítés: kitettségtől függő eltérések a napsugárzásban	klíma
elevation	tengerszint feletti magasság	domborzat
general curvature	általános görbület	morfológia
LS factor	LS faktor: az USLE eróziós modell paramétere (a lejtő hossz és meredekség hatása az erózióra)	hidrológia
mass balance index	anyagmérleg index: adott pontban az erózió és akkumláció arányát jellemzi	morfológia
MRRTF (multi resolution ridge top flatness)	többszörös felbontású hegyhát index: a hegygerincek simaságát vizsgálja	morfológia
MRVBF (multi resolution valley bottom flattness)	többszörös felbontású völgytalp index: a völgytalpak simaságát, egyenletességét jellemzi	morfológia
SAGA wetness index	SAGA nedvesség index: a topográfia lefolyási viszonyokra vonatkozó hatását jellemzi	hidrológia
slope	lejtőszög	morfológia
stream power index	vízfolyás energia index: a potenciális vízerózió mértéke egy adott topográfiai helyzetben	hidrológia
topographic position index	topográfiai pozíciós index: az adott topográfiai pozíció és a környezet átlagmagasságának arányát jelenti	morfológia
vertical distance to channel network	lefolyás hálózati alapszinttől való függőleges távolság	hidrológia

és egy őszi időpontban (2012.03.16-án és 2013.09.07-én) készültek, igazodva a növényzet fenológiai ciklusához. A multispektrális műholdképek vörös és infravörös sávjait, továbbá az ezekből levezetett NDVI (Normalized Differece Vegetation Index; Rouse, J. W. et al. 1973) értéket vontuk be a modellezésbe, mivel ezek állnak legszorosabb kapcsolatban a növényzettel és biomasszával.

Ezeken kívül rendelkezésre állt még a CORINE Land Cover (CLC) felszínborítási adatbázis (Büttner, Gy. et al. 2012) 1:50.000-es méretarányban, illetve Magyarország 1:100 000-es fedett földtani térképe (Gyalog, L.–Síkhegyi, F. 2005). A felszínborítási és földtani adatbázis számos kategóriát tartalmaz, ezért ezekből célspecifikusan összevont csoportokat

hoztunk létre. Így összességében 46 környezeti segédváltozót használtunk a modellezéshez: 15 domborzati térképet, 6 űrfelvételt, 4 meteorológiai paramétert, 13 földtani és 8 felszínborítási kategóriát.

Adatelőkészítés

A rendelkezésre álló termőréteg vastagság adatok statisztikai ellenőrzése során a kiugró értékeket eltávolítottuk. Az adatsort a standardizálás után logit transzformáltuk (Hengl, T. et al. 2004), hogy jobban kielégítse az alkalmazott geostatisztikai módszer elvárásait. A felvételezés technológiájából eredő inhomogenitás csökkentésére az ellenőrzés és transzformáció után megmaradó 124 030 mintavételi pontból random kiválasztási módszerrel 50 000-et használtunk fel a modellépítéshez, a maradék 74.030 a validálásnál kontroll pontként kapott szerepet.

A környezeti segédváltozók adatait közös vetületi rendszerbe illesztettük. A raszteres változókat (EU-DEM, meteorológia, MODIS felvételek) egységes, 100 m-es felbontásra transzformáltuk, majd 0–255 közötti pixelértékekre átskáláztuk (Hengl, T. 2009). A vektoros adatokat (földtan, felszínborítás) a raszteres adatok 100 m-es rácsához illeszkedően konvertáltuk át, majd indikátor változókká alakítottuk (0; 255) értékek formájában.

Módszer

A 46 környezeti segédváltozón főkomponens analízist végeztünk a változók számának csökkentése és a multikollinearitás elkerülése érdekében. A modellezésbe azokat a főkomponenseket vontuk be, melyek együttesen a variancia 99%-át magyarázták.

A térbeli becslést regresszió krigeléssel végeztük, amely egy széles körben alkalmazott módszer a digitális talajtérképezésben (Hengl, T. et al. 2004, Dobos, E. et al. 2010, Illés, G. et al. 2011, Szatmári, G.–Barta, K. 2013). A regresszió krigelés olyan térbeli becslési módszer, amely kombinálja a többváltozós lineáris regressziót és a krigelést. Jelen esetben ez azt jelenti, hogy a térképezendő változót, vagyis a termőréteg vastagságot a környezeti segédváltozók többváltozós regressziójával becsüljük, majd a mért értékek és a becsült eredmények közötti eltérések térbeli kiterjesztése krigeléssel történik. A becslés eredménye végül a regressziós modell és a krigelt eltérések összege (Szatmári, G. et al. 2013).

A becslések eredményét többféle validációs módszerrel ellenőriztük (*2. táblázat*), a validáció eredménye alapján mérlegelhető, hogy a térképezéshez mely segédváltozók bizonyulnak a leghasznosabbnak.

2. táblázat Alkalmazott validációs módszerek

Validációs módszer	Számítás
átlagos abszolút hiba (mean absolute error; MAE)	$\mathrm{MAE} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} \lvert \hat{z}(s_i) - z(s_i) \rvert$
átlagos négyzetgyök hiba (root mean square error; RMSE)	$\mathrm{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} [\hat{z}(s_i) - z(s_i)]^2}$
relatív növekedés (relative improvement; RI)	$\mathrm{RI}_i(\%) = 100 \cdot \left(\frac{\mathrm{RMSE}_{max} - \mathrm{RMSE}_i}{\mathrm{RMSE}_{max}} \right)$

Eredmények

Az egyes környezeti segédváltozók szerepének elemzéséhez a modellezésnél különböző változócsoport kombinációkat alkalmaztunk. Az A modell az összes segédváltozó, míg a J modell csak a domborzati adatokat foglalja magába. A többi modell a domborzat mellett további 1–3 változócsoportot tartalmaz (*3. táblázat*).

Mind a 10 modell esetében elvégeztük a regresszió krigelést, majd a kontroll pontok segítségével elemeztük az egyes modellek becslésének eredményességét (*4. táblázat*).

A validáció hibaértékei alapján az E, H, I, és J modell teljesített a legjobban, – a MAE és RMSE értékek között nincs szignifikáns különbség

3. táblázat A modellezéshez használt környezeti segédváltozó kombinációk

modell	domborzat	űrfelvétel	meteorológia	földtan	felszínborítás
A	X	X	X	X	X
B	X	X	X	X	
C	X		X	X	
D	X		X		X
E	X	X	X		
F	X			X	
G	X				X
H	X	X			
I	X		X		
J	X				

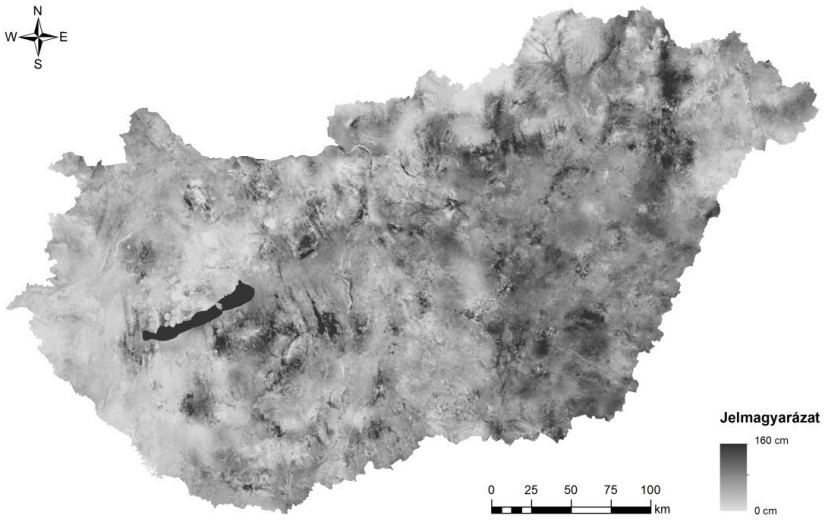
4. táblázat A validáció eredménye az egyes modellek esetében

modell	MAE	RMSE	RI
A	21,33	31,00	–
B	19,75	28,09	9,41
C	19,24	27,49	11,34
D	19,30	27,86	10,13
E	18,39	25,77	16,87
F	19,03	27,14	12,46
G	18,83	26,88	13,31
H	18,19	25,49	17,79
I	18,00	25,29	18,41
J	17,89	25,11	19,00

–, melyek a domborzat, meteorológiai és műholdképes adatokat tartalmaztak. Az A modell, mely minden környezeti segédváltozót magába foglalt, érte el a legrosszabb eredményt. A felszínborítási és földtani segédváltozók sem a domborzati, sem az éghajlati változókkal kombinálva nem értek el olyan eredményt, mint a műholdképek ugyanilyen kombinációban (C, D, F, G, modell).

A validációs eredmények alapján a termőréteg vastagság térképezéséhez a domborzati deriváltak, mint környezeti segédváltozók, bizonyultak leghatékonyabbnak, mivel a topográfiai viszonyok határozzák meg legnagyobb részben a lehordódás-felhalmozódás helyszíneit, mértékét. Fontos segédváltozók voltak még a térbeli becslés esetében a meteorológiai paraméterek és a műholdképek. A validálási eredmények azt mutatják, hogy a növényzetről és felszínborításról az űrfelvételek által hordozott információ bevonásával pontosabb térbeli predikciós eredmény érhető el, mint az interpretált felszínborítási adatok felhasználásával. A CLC térkép ugyan nagyobb felbontású, mint a műholdfelvételek, de a térbeli szegmentáltságot csak kategóriákba összevonva tartalmazza, így alul maradt hatékonyságban a rosszabb felbontású, de folytonos információt hordozó űrfelvételekkel szemben. A fedett földtani térkép információ tartalma meglehetősen áttételes a termőréteg vastagság térképezése szempontjából, ezt mutatja az is, hogy a geológiai paramétereket tartalmazó modellek kevésbé szerepeltek jól a validáció szerint.

A fentiek alapján következtetésként levonható, hogy a térképezéshez alkalmazott környezeti segédváltozók kiválasztásánál tekintettel kell lenni a talajképző tényezőkre és a térképezendő változót alakító folyamatokra. Több segédváltozó bevonása nem jelenti feltétlenül a térbeli becslés pontosságának



1. ábra Az E modell alapján végrehajtott regresszió krigelés eredménye: Magyarország 100 m-es felbontású termőréteg vastagság térképe

növekedését. A fenti példa alapján elmondható, hogy domborzatmodellek és műholdfelvételek, mint környezeti segédváltozók használata hatékonyan növeli a rendelkezésre álló talajinformációk térbeli kiterjesztésének eredményességét (*1. ábra*).

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a K105167 OTKA pályázat támogatta.

Felhasznált irodalom

Bashfeld, A.–Keim, A. (2011): Continent-wide DEM Creation for the European Union. 34th International Symposium on Remote Sensing of Environment, 10–15th April 2011, Sydney, Australia.

Böhner, J.–McCloy, K. R.–Strobl, J. (szerk.) (2006): SAGA – Analysis and Modelling Applications. Göttinger Geographische Abhandlungen, 115. 130 p.

Dobos, E.–Bialkó, T.–Micheli, E.–Kobza, J. (2010): Legacy soil data harmonization and database development. In: Boettinger, J. L.–Howell, D. W.–Moore, A. C.–Hartemink, A. E.–Kienast-Brown, S. (szerk) Digital Soil Mapping Bridging Research Environmental Application, and Operation. Springer, Heidelberg, pp. 309–323.

Gyalog, L.–Síkhegyi, F. (szerk.) (2005): Magyarország földtani térképe, M=1:100000. A Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest.

Hengl, T. (2009): A practical guide to geostatistical mapping. University of Amsterdam, Amsterdam, 291 p.

Hengl, T.–Heuvelink, G. B. M.–Stein, A. (2004): A generic framework for spatial pre-diction of soil variables based on regression-kriging. Geoderma 120, pp. 75–93.

Illés, G.–Kovács, G.–Heil, B. (2011): Comparing and evaluating digital soil mapping methods in a Hungarian forest reserve. Canadian Journal of Soil Science 91(4), pp. 615–626.

McBratney, A. B.–Mendonça-Santos, M. L.–Minasny, B. (2003): On digital soil mapping. Geoderma 117, pp. 3–52.

McBratney, A. B.–Minasny, B.–MacMillen, R. A.–Carré, F. (2011): Digital soil mapping. In: Huang, P. M.–Li, Y.–Sumner, M. E. (szerk.): Handbook of soil sciences: properties, processes. CRC Press, USA 1442 p.

McKenzie, N. J.–Ryan, P. J. (1999): Spatial prediction of soil properties using environmental correlation. Geoderma 89, pp. 67–94.

Mulder, V. L.–de Bruin, S.–Schaepman, M. E.–Mayr, T. R. (2011): The use of remote sensing in soil and terrain mapping. – A review. Geoderma 162, pp. 1–19.

Pásztor, L.–Szabó, J.–Bakacsi, Zs.–Laborczi, A. (2013): Elaboration and applications of spatial soil information systems and digital soil mapping at Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences. Geocarto International 28(1) pp. 13–27.

Pásztor L.–Takács K. (2014): Távérzékelés a talajtérképezésben. Agrokémia és Talajtan 63(2), pp. 353–370.

Rouse, J. W.–Haas, R. H.–Schell, J. A.–Deering, D.W. (1973): Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Third ERTS Symposium, NASA SP-351 I, pp. 309–317.

Szatmári G.–Barta K. (2013): Csernozjom talajok szervesanyag-tartalmának digitális térképezése erózióval veszélyeztetett mezőföldi területen. Agrokémia és Talajtan. 62(1), pp. 47–60.

Szatmári G.–Laborczi A.–Illés G.–Pásztor L. (2013): A talajok szervesanyag készletének nagyléptékű térképezése regresszió krigeléssel Zala megye példáján. Agrokémia és Talajtan 62(2), pp. 219–234.

Szentimrey, T.–Bihari, Z. (2010): Application of MISH method for gridding of SPI series. BALWOIS 2010, Ohrid, Republic of Macedonia, 25–29th May 2010.

Taylor, J. A.–Jacob, F.–Galleguillos, M.–Prévot, L.–Guix, N.–Lagacherie, P. (2013): The utility of remotely-sensed vegetative and terrain covariates at different spatial resolutions in modelling soil and waterable depth (for digital soil mapping). Geoderma 193–194, pp. 83–93.

Viscarra Rossel, R. A.–Walvoort, D. J. J.–McBratney, A. B.–Janik, L. J.–Skjemstad, J. O. (2006): Visible, near infrared, mid infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties. Geoderma 131, pp. 59–75.

Légi lézerszkennelési technológia alkalmazása a kunhalom felmérésében

Takács László[1] – Lénárt Csaba[2]

[1] kutató mérnök, Envirosense Hungary Kft., talpo87@gmail.com
[2] főiskolai docens, Károly Róbert Főiskola, Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet, cslenart@karolyrobert.hu

Abstract: The number of kurgans are steadily decreasing in Hungary in the last decades. These ancient burial places became protected (ex-lege) to prevent negative human impacts. It is a common interest to save its geomorphological, hydrological, archaeological, botanical etc. values. Nowadays kurgans are in the focus of multidisciplinary research and it easier to study these man-made objects than before. Light Detection and Ranging (LiDAR) technique is one of the most state of the art scientific method to survey the 3D parameters of the ancient kurgans. LiDAR provides outstanding results, but investigation of its accuracy always valuable contribution to knowledge.

Bevezetés

A légi lézerszkennelés (LiDAR) néhány évtizede került a kutatások előterébe, és azóta, a technikai fejlődés segítségével egyre népszerűbbé vált. Előnye többek között más távérzékelési felméréssel szemben, hogy igen rövid idő alatt tudunk nagy területet felmérni, miközben nagy pontosságú adatokat kapunk (Tomor T. et al 2011).

A tanulmány az Alföldön található kunhalmok LiDAR-techonlógiával való felmérésének lehetőségét mutatja be. A kunhalmok mesterségesen létrehozott pozitív domborzati formák, hazánkban a legnagyobb gyakorisággal az Alföldön találkozhatunk velük. Számuk becslésére eltérő eredményeket kapunk (1200 - 40000). Különböző típusú kunhalom létezik (Tóth Cs. 2000), becslésük azonban nehézkes, mivel mára már sok kunhalom teljesen elpusztult (Balázs R. 2013).

A kunhalmok fontos régészeti, kultúrtörténeti, geomorfológiai értékeket hordoznak, de ma már az ökológiai (fauna- és flóraállomány), talajtani, rétegtani, hidrológiai tulajdonságok is előtérbe kerültek a kutatások során (Kozics A. 2014). A kunhalmok megkapták az ex-lege védettséget, azonban további kutatások szükségesek, hogy a mára fennmaradt kunhalmok a jövőben is megmaradjanak. Több veszélyt is fel lehet sorolni, amik potenciálisan a pusztulásukat okozták és okozhatják. Talajművelés, vagy a már elkezdett mezőgazdasági munkák felhagyása, állattartás, növényvédelmi és talajvédelmi szerek és vegyszerek használata, legelő- és rétgazdálkodás, fásítás, fizikai

megsemmisítés stb. (Kiss Cs. 1998). A LiDAR pontfelhőből készített felszínmodellek és az intenzitási értékek, valamint jelalakok osztályozásával a vegetáció térképezés számára is hasznos információt nyerhetünk, amellyel a növényzet vizsgálatára eredményesen alkalmazott (pld. légi hiperspektrális) technológiához (Burai et al., 2015) hasonló pontosság is elérhető egyes társulásoknál (Zlinszky. et al., 2014).

A LiDAR-technológia segítségével a kunhalmokról igen pontos információkat kaphatunk. Egy ilyen légi felmérés során akár 20-80 pont/m2-es pontsűrűséget is elérhetünk, azonban a nagy méretű adatbázisok feldolgozásának speciális technikai igénye van (Lovas T.–Berényi A. 2011).

Anyag és módszer

A mintaterület a Heves-megyei Boconádtól ÉK-re található Alatka-pusztán (*1. ábra*). A felvételezés LEICA ALS 70 típusú szenzorral lett felmérve. A repülés legfontosabb paramétereit az (*1. táblázat*). foglalja össze.

1. táblázat LiDAR felvételezés paraméterei

Repülési magasság	1100 m
Repülési sebesség	~203 km/h
Látószög (FOV)	50°
Számított átlagos pontsűrűség	3,87 pont/m2
Számított pontsűrűség nadírban	2,45 pont/m2
Becsült vertikális pontosság	0,06-0,08 m
Repülési sávok száma	2 db
Sávok közötti átfedés	20 %

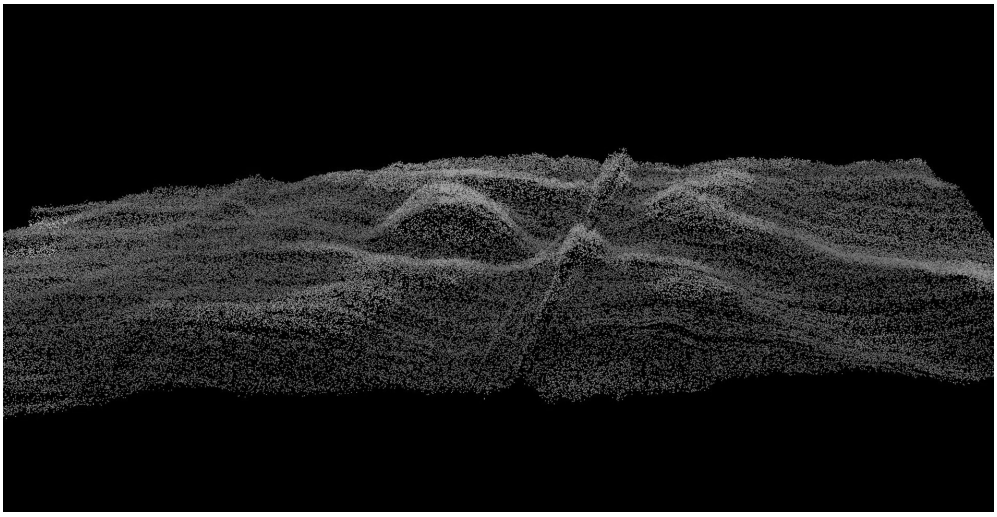
A légi lézerszkennelés során kapott pontfelhő utófeldolgozása után minden egyes pont magában tartalmazza az adott koordinátán visszaverődött lézersugár magassági értékét (x,y,z). Ezután következik az osztályozás, amire a MicroStation Terrascan nevű programot alkalmaztuk. Először különböző algoritmusok használatával lettek elkülönítve a talaj-, növényzet-, épület-, hibapontok. Szükség van ezek manuális ellenőrzésére, a pontok megfelelő osztályba sorolása, valamint a hibák elkülönítése miatt. A *2. ábrán* a LAS pontok 3D-s képe látható, torzítással kivehető a halom és a körülötte lévő sekély mélységű árok is. Eztuán következik a DSM/DTM generálása. Az ehhez használt program az ArcMap. A LAS pontokból egy adathalmazt generáltunk (LAS Dataset), majd ebből állítottuk elő a különböző modelleket (Lovas T.–Berényi A. 2011).

Fontos paraméter ebben az esetben a felbontás, ami szoros kapcsolatban áll az adatsűrűséggel, ezenkívül meghatározható lehet az interpolációk típusai is, mivel más eredményeket adhatnak az adott modell vertikális magasságában (Mecser N.–Szabó G. 2012).

A tanulmány a kunhalmok felmérésének lehetőségét vizsgálja, ami elsősorban vizuális detektálást jelent, amikhez a felületmodellből nyert eltérő



1. ábra Az alatka-pusztai mintaterület és a repülési sávok elhelyezkedése (forrás: Google Earth)



2. ábra ArcMapben, 10-szeres vertikális torzítással megjelenített LAS pontfelhő

információk segítségünkre lehetnek. Nincs kiforrott algoritmus, módszer a különböző geomorfológiai formák azonosítására. Természetesen léteznek olyanok, amik megközelítőleg kiadhatnak objektumokat, de manuális ellenőrzés nélkül ezek nem adnak pontos eredményt. Több tanulmány is ír különböző, ehhez hasonló geomorfológiai formák azonosításának lehetséges módszeréről (Seib, N. et al. 2012).

Eredmények

A LAS pontfelhőből előállított domborzatmodell 0,5 és 1 m felbontásban, az ArcMap-ben elérhető Triangulation/Linear interpolációs eljárással készült el. A különböző interpolációs metódusokkal előállított modellek magassági, valamint horizontális pontosságának vizsgálatára majd a későbbiekben kerül sor.

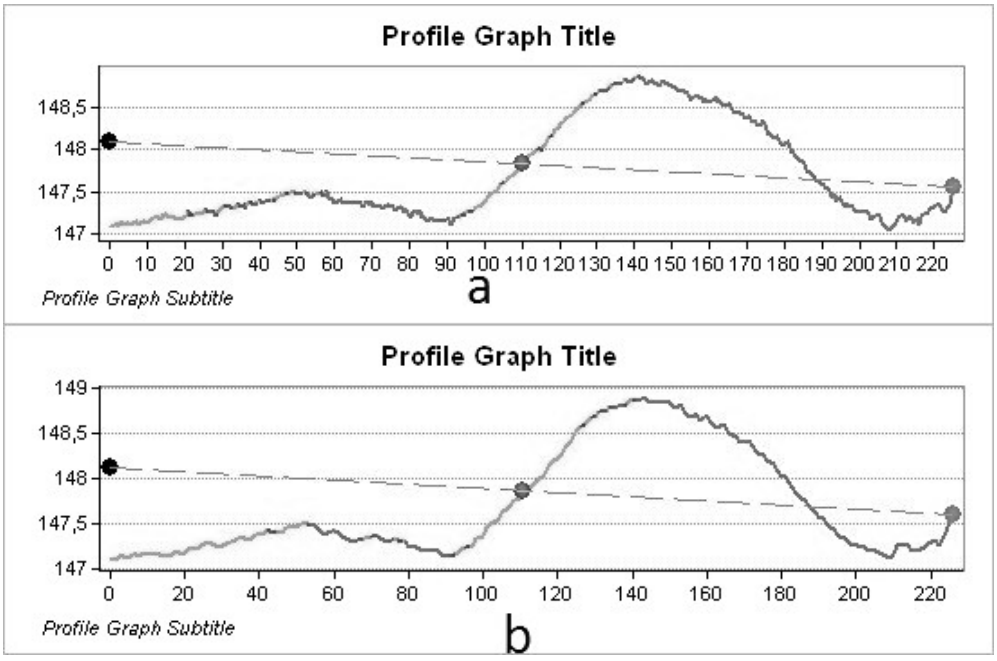


3. ábra 50-szeres magassági torzítással generált, árnyékhatású domborzatmodell

A generált DTM nem mutatott jelentős különbséget a beállított színskálán a vizuális kiértékelés során. Egy egyszerűen elkészíthető árnyékoltsági beállítással (hillshade) (*3. ábra*) már jobban detektálható azonban a felszín futása, jobban kirajzolódnak a domborzati formák. Itt jól látható a kép közepén kirajzolódó, kerek alakú kiemelkedés, és az árnyékhatás alkalmazásával a körülötte lévő árok is jól kirajzolódik.

Mint korábban említettük, a DTM generálásához több interpolációs eljárást is alkalkalmazhatunk. Az egyes algoritmusok eltérő módon becslik meg a fix magassági értékekkel rendelkező pontok körüli környezet magasságát. Az interpolációs technikák megválasztása viszont függ a pontsűrűségtől, a vizsgálandó geomorfológiai objektumtól, és a kívánt DTM felbontásától. Jelenleg viszont nincs elfogadott interpolációs technika, ami a legjobb eredményt nyújtaná a DTM vertikális pontosságában, de már többen is elvégezték ezeknek az összehasonlítását (Chaplot, N. et al. 2006, Mecser N–Szabó G. 2012).

Fontos tulajdonság a megválasztott DTM felbontása, aminek növelésével több és pontosabb információt nyerhetünk ki a magasságmodellből, viszont megnöveljük a gép- és időigényt. A *4. ábrán* jól látható a különbség a DTM részletességében eltérő felbontás mellett. A nagyobb pixelek simítottabb



4. ábra A 0,5 (a) és 1 méter (b) terepi felbontásra interpolált DTM-ből nyert keresztmetszeti kép

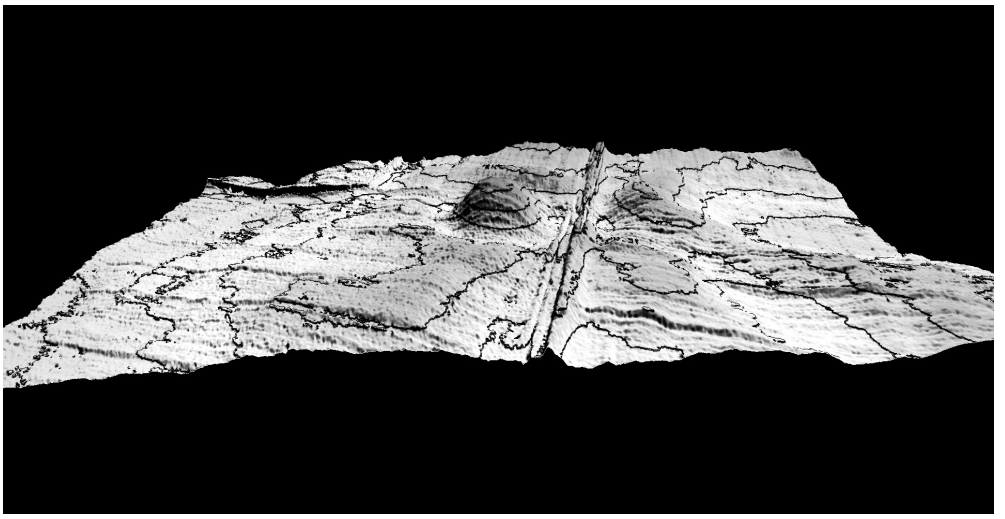
felszínt eredményeznek, de jobban eltérhetnek a valóságtól. A jövőbeni kutatásunk során azt elemezzük, hogy mi lenne a legcélravezetőbb felbontás és interpolációs megoldás adott pontsűrűség mellett a vizsgált objektumok esetében (pl. kunhalom).

Összehasonlítva más légi felmérésekkel, jelenleg a LiDAR-ból nyert magasságmodellek adják a legpontosabb képet a domborzatról. Előnye többek között az, hogy igen rövid idő alatt tudunk nagy területet felmérni. Alföldi területeken, kis relatív magasságkülönbségű térszíneken is alkalmas mikrodomborzat vizsgálatára. A LiDAR további előnye, hogy a közép- vagy magasszárú növényzet esetében is jól detektálhatóak a talajpontok. A kunhalmok esetében a legtöbb esetben csak gyepvegetáció található a felületükön. A pontfelhő elemzésével nem csak a domborzat, de a növényzet felmérése is lehetséges, kiegészítve más felvételezés eredményeivel akár faji szintű elkülönítésre is (cönológiai vizsgálatok). De ide sorolható a geomorfológiai folyamatok azonosítása, talajtani meghatározás vegetáció hiányában (akár erózió mérésére) stb.

A kunhalmot igen jól jeleníti meg a GlobalMapper 3D-s nézete (5. ábra), amin domborzatárnyékoltan, a fél méteres szintvonalakat ráhúzva mutatja a kunhalmot, a körülötte lévő árokrendszert és környezetét.

Következtetések

A vizsgálat rámutat arra, hogy a LiDAR alkalmas a síkvidéki, kis relatív magasságkülönbségű térszíneken előforduló kunhalmok felmérésére.



5. ábra Alatka-pusztai mintaterület perspektivikus megjelenítése

Számos program nyújt lehetőséget a magasságmodell létrehozására, de a készítésénél mindig fontos szempont a helyes interpoláció megválasztása a pontsűrűség és a vizsgált objektum, paraméter függvényében. Bár ebben a tanulmányban nem vizsgáltuk, de szükséges kontrollméréseket is végezni (terepi magasságivételezés), aminek segítségével vizsgálható az elkészült modellek pontossága, és így a különböző interpolációk használhatósága is, ugyanis a további kutatásokat ezekre a modellekre, térképekre alapozzuk.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését a KEOP-3.1.2/2F/09-11-2013-0041 azonosítójú „ Kunhalmok, földvárak rehabilitációja a BNPI Heves és Borsod megyei területein. “ című projekt támogatta.

Felhasznált irodalom

Balázs R. (2006): A kunhalmok kataszterezésének tapasztalatai a Kiskunsági Nemzeti Park igazgatóság működési területén. In: Kiss A. - Mezősi G. - Sümeghy Z. (szerk) (2006): Táj, környezet és társadalom, ünnepi tanulmányok Keveiné Bárány Ilona professzor asszony tiszteletére. SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, Szeged, pp. 69-77.

Burai P.–Deák B.–Valkó O.–Tomor T. (2015): Classification of herbaceous vegetation using airborne hyperspektral imagery remote. Remote Sensing, Vol. 7(2), pp. 2046-2066.

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. 805-816.

Dr. Tomor T. Et al. (2011): Az ajkai vörösiszap-katasztrófa hatásainak felmérése során alkalmazott domborzatmodellezési technikák bemutatása. Lehetőségek a domborzatmodellezésben 2011, a HunDEM 2011 Konferencia és kerekasztal közleményei. 6 p.

Kozics A. (2014): Domborzatmodellek készítése és felszíntípusok lehatárolása LiDAR adatok alapján egy hortobágyi mintaterületen. Diplomamunka. Budapest. p.8.

Lovas T.–Berényi A.–Barsi Á. (2012): Lézerszkennelés. Monográfia 166 p.

Mecser N.–Szabó G. (2012): Eltérő módszerekkel generált felületmodellek pontosságának összehasonlító vizsgálata egy alföldi mintaterületen. In Lóki J. (szerk) (2012): Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában III: Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás, Debrecen. pp. 245-251.

Seib,N. et al. (2012): Identification of maars and similar volcanic landforms in the West Eifel Volcanic Field through image processing of DTM data: Efficiency of different methods depending on preservation state. International Journal of Earth Sciences, pp. 875-901.

Tóth Cs. (2000): Kunhalmok morfometriai vizsgálata a HNP déli pusztáin. - In: A táj és az ember - geográfus szemmel. CD-ROM. Geográfus Doktoranduszok IV. Országos Konferenciája, Szeged.

Zlinszky, A.–Schroiff, A.–Deák, B.–Mücke, W.–Vári, Á.–Székely, B.–Pfeifer, N. (2014): Categorizing grassland vegetation with full-waveform airborne laser scanning: A feasibility study for detecting Natura 2000 habitat types. Remote Sensing, Vol. 6 (9), pp. 8056-8087.

http://www.mdpi.com/2072-4292/6/9/8056

http://www.mdpi.com/2072-4292/7/2/2046

Valós tengerszint feletti magasságok meghatározása erdőfelületek alatt SRTM és CORINE adatok alapján

Ungvári Zsuzsanna

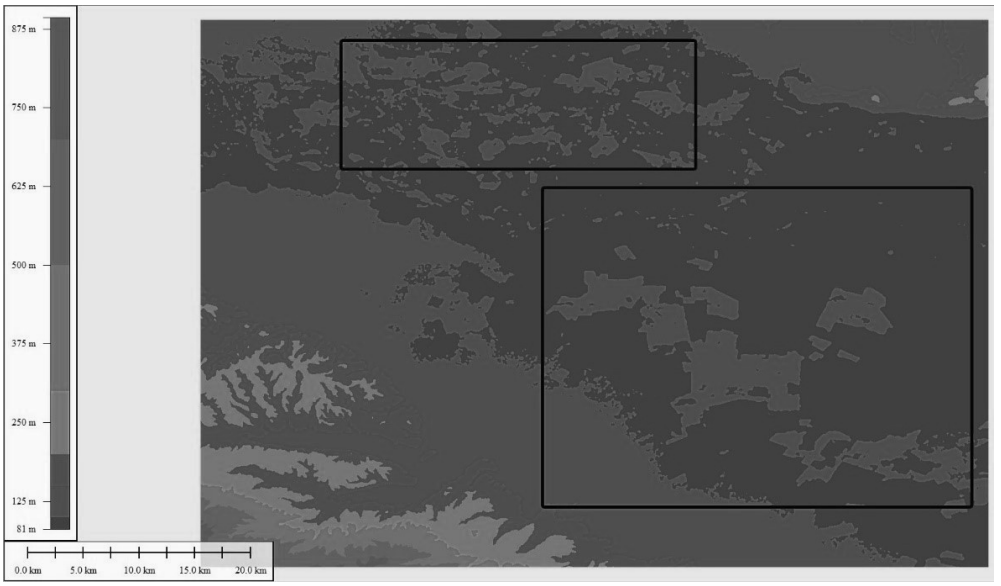
tanársegéd, ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, ungvarizs@map.elte.hu

Abstract: Estimation of real elevations under the forests using SRTM and CORINE
The most popular digital elevation model on the Internet is the SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). The SRTM is a digital surface model in fact, because the objects on the Earth's surface can be seen like vegetation, settlements. In this article, a method was represented, how the forests can be eliminated from the model. The author used a vector database, which contains the area of the forest; this is the CORINE 2000. The algorithm calculates the average heights in the forest covered areas and around the forests in a puffer zone. The new elevations were the average heights in the puffer zone. They approximated well the real heights. At the evaluation of the work, the result was also compared with the Hungarian Topographic Map System (EOTR). The cause of the small differences was ascertained.

Bevezetés

Digitális domborzatmodelleket gyakran alkalmazunk a térképészetben domborzati adatok elsődleges forrásaiként. A térinformatikai szoftverekben magasságiréteg-színezés (hipszometria), summer (árnyékolt domborzatrajz), valamint szintvonalas térképi ábrázolás is készíthető belőlük. A földfelszínről létrehozott digitális domborzatmodelleket két csoportba sorolhatjuk: az elsőbe azok a modellek kerülnek, amelyek a csupasz földfelszínt ábrázolják. A másik csoportba kerülnek azok, amelyek a földfelszínen található objektumokat, pl. épületeket, és erdőket is tartalmaznak, ezért helyesebb digitális felszínmodellnek hívni őket, ilyen pl. SRTM. A továbbiakban az egyszerűség kedvéért összefoglaló néven digitális domborzatmodelleknek nevezem őket.

Az SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) modellt 2000 februárjában készítette a NASA, az Endeavour űrsikló fedélzetéről (Farr et al., 2007). Bár a küldetést úgy időzítették, hogy az északi félgömbön, ahol a szárazföldek túlnyomó része található, a növényzet hatása minimális legyen (a mérsékelt övi lombkoronabontás előtt), mégis az erdők kisebb halmokként emelkednek ki például az alföldi területeken (*1. ábra*). A cikkben bemutatok egy olyan módszert, amellyel ezeken a területeken a növényzet alatti valós tengerszint feletti magasságok jó közelítéssel megbecsülhetők.



1. ábra A keretekben az SRTM modellben feltűnő „dombszerű" területeket láthatjuk. Ezek valójában erdőfoltok a Dráva mentén

A felhasznált adatok és szoftverek ismertetése

A módszer kidolgozására és tesztelésére az SRTM 90 digitális domborzatmodellt választottam. Az SRTM a szárazföldek 80%-áról tartalmaz magassági adatokat az é. sz. 60° és a d. sz. 56° között 3" (kb. 90 m) rácssűrűséggel.

Korábbi munkám során megállapítottam, hogy minden digitális domborzatmodellhez rendelhető olyan optimális méretarány-tartomány, amelyben nem lesz sem túl részletes, sem túl szórt az adatok sűrűsége. Az SRTM 90 esetén a legnagyobb, használható méretarány 1:150 000 (Ungvári –Szabó, 2013).

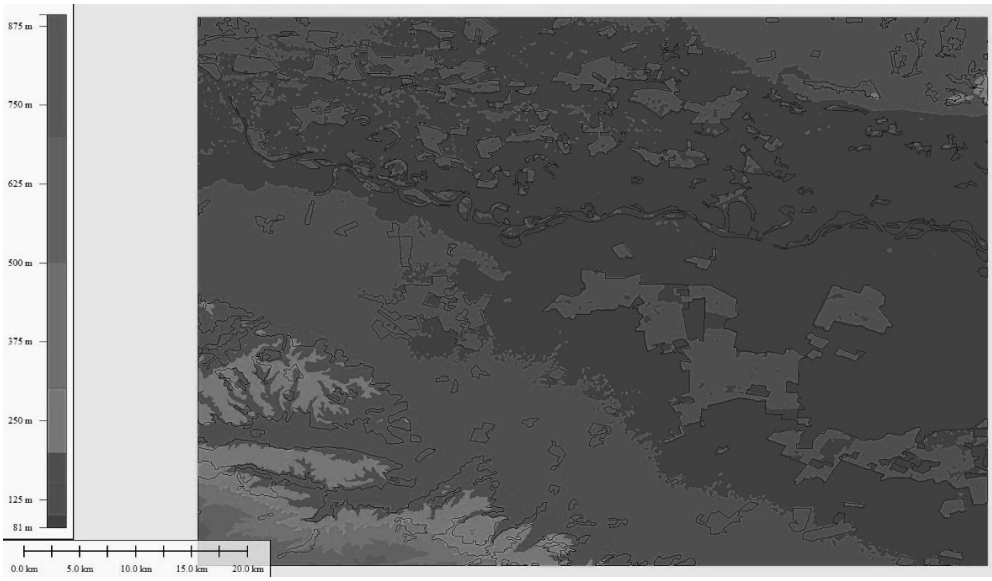
Ehhez kellett olyan vektoros adatbázist találni, amely tartalmazza az erdőfelületeket. A CORINE 2000 felszínborítottság-adatai több szempontból is alkalmasak:

- A lombhullató erdő külön kategóriaként jelenik meg a vektoros állományban.
- A két adatsor méretaránya nagyjából megegyezik. A CORINE 2000 méretaránya 1:100 000; az SRTM kb. 1:150 000 méretarányú térképhez már jól alkalmazható domborzati alapanyagként.
- Mindkét adatbázis szabad hozzáférésű az interneten.

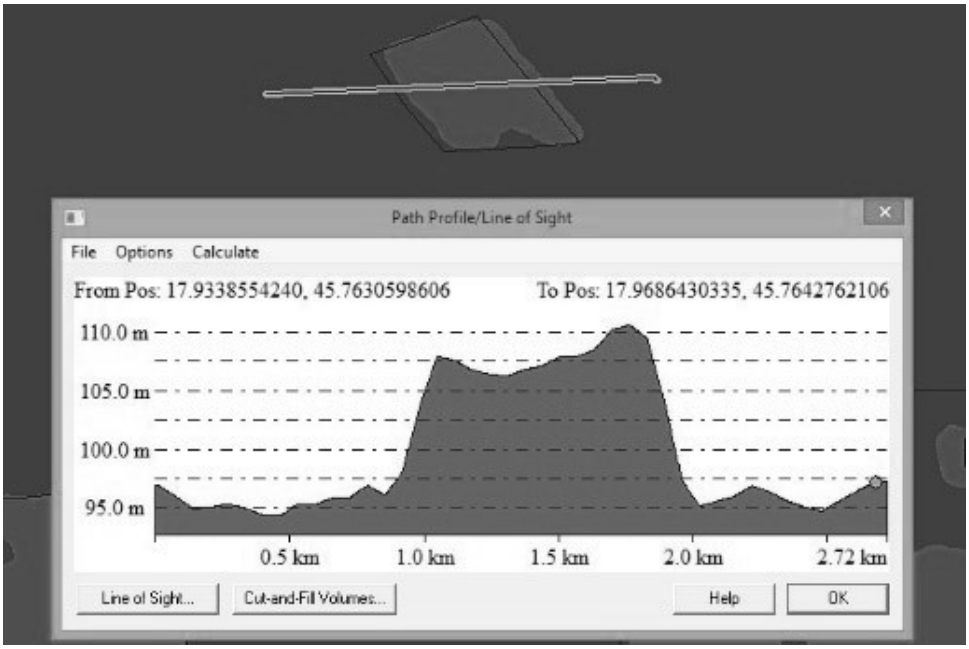
• A két adatsor készítési ideje szinte megegyezik.

Az első európai CORINE projekt az 1980-as években indult el; az első magyar adatsor az 1990-es évek közepére készült el 1:100 000 méretarányban. A térkép a Landsat Thematic Mapper (Landsat TM) 1990 és 1992 között készült műholdképeivel, majd az azt követő kézi feldolgozással, fóliákra készült. A következő lépés a CLC50-es adatbázis kialakítása volt 1997 és 1998 között (Corine Land Cover=Corine felszínborítottsági térkép 1:50 000 méretarányban). Ennek során javították a CLC1990-et immáron digitális formában. 1998 és 2000 között a SPOT–4 műholdfelvételek alapján készült el a CORINE 2000-es adatbázis, amely öt nagy csoportra bontható: mesterséges felszínek (1.), mezőgazdasági területek (2.), erdő- és félig természetes növényzettel borított felszínek (3.), vizenyős területek (4.) és vízfelületek (5.). Ebből a 3.11 kategóriát, a lombhullató erdők shapefile-t használtam fel egy kiválasztott mintaterületen (*2. ábra*).

A választott mintaterület pedig egy alföldi, ártéri jellegű sík terület a Dráva mentén. A tengerszint feletti magasságok a folyó mentén 100 méter körüliek. A térképeken szinte minden esetben megjelenik a 100 méteres szintvonal. Ha megfigyeljük a térképet, 100 méternél magasabb területek, jól egybevágnak a CORINE adatbázisban meghatározott poligonokkal. Ezek, ha magassági metszetet készítünk, kis dombokként jelennek meg a modellben. A CORINE adatbázisokban a definíció szerint azokat a területeket nevezzük erdőnek, ahol a fák magassága nagyobb, mint 5 méter. A *3. ábrán* látszik,



2. ábra A CORINE erdőfelületei szinte teljesen megegyeznek az SRTM-mel



3. ábra Erdőfelületek hosszmetszete.
A magasságkülönbség akár 10–15 méteres is lehet

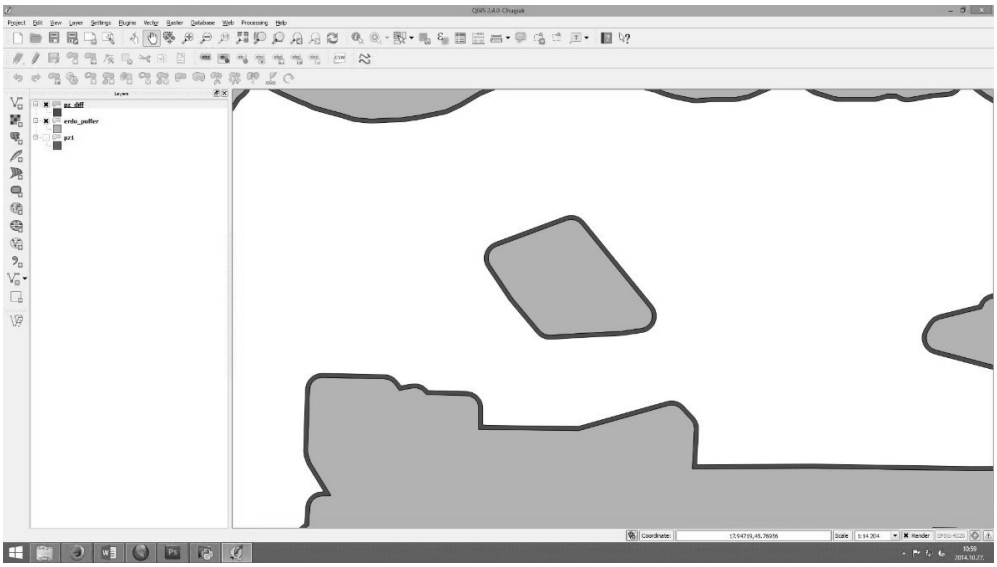
hogy az erdőmagasság általában itt ennél is nagyobb, akár 10–15 méteres.

Az algoritmus megírásánál törekedtem open source eszközök használatára. Ahhoz, hogy ezek a kis dombok eltűnjenek a térképről a QGIS nevű, ingyenes térinformatikai szoftvert, és a Python programozási nyelv alatt is használható, GDAL/OGR modult alkalmaztam. A GDAL segítségével raszteres adatokat, így például GeoTIFF formátumú fájlokat olvashatunk és írhatunk. A modul OGR-nek nevezett része pedig vektoros adatok kezelésére alkalmas, többek között shapefile-okkal képes térbeli elemzéseket végrehajtani.

Az erdőfelületeket kiküszöbölő algoritmus

A CORINE-ból nyert erdőfelületek köré elkészítettem egy pufferzónát, amely az SRTM felbontásának háromszorosa, vagyis 270 méter széles. Az algoritmus az alföldi sík területeken kiszámítja az átlagos magasságokat az erdőben, és a pufferzónában. Ha a két terület átlagos magasságkülönbsége nagyobb, mint a CORINE adatbázisban definiált erdőmagasság – vagyis 5 méter – akkor azokon a területeken az erdőben és a pufferzónában is a magasságokat a pufferzóna átlagmagasságának szintjére kell csökkenteni.

Az algoritmust teszteltem keskenyebb, 180 m széles pufferzónával



4. ábra A gyűrűszerű pufferzóna kialakítása

is, ekkor általánosságban kijelenthető, hogy a pufferzóna új, kiszámolt átlagmagasságai 0,5–1 méterrel nagyobbak voltak, mint a 270 méteres esetben. Összehasonlítva a szomszédos területekkel a szélesebb pufferzóna esetén szinte teljesen belesimult a környezetébe a korábbi erdőfolt.

Az algoritmus az erdő határának meghatározásakor azokat a pixeleket veszi figyelembe, amelyek középpontja a poligonon belül esik. Előfordul, hogy egy-egy pixel részben „kilóg" az erdőhatárt jelző poligonból. Ha csak az erdők magasságát csökkentenénk a pufferzóna átlagos magassági szintjére, a határokon helyenként több méteres kiugrások jelentkeznének. Ezért volt szükséges a pufferzóna magasságainak megváltoztatása is (*4. ábra*).

A kapott eredmény kiértékelése

Az új tengerszint feletti magasságok minden esetben jobban közelítik a valós értékeket. Az ismertetett módszer alkalmas arra, hogy az erdők, mint dombszerű képződmények eltűnjenek a felületmodellből.

A javított SRTM modellt összevetettem az Egységes Országos Térképrendszer (EOTR) megfelelő szelvényeivel is. Az átlagos magasságkülönbség -2 – -4 közötti méter, vagyis az SRTM modell ennyivel alacsonyabban helyezkedik el az EOTR-hez képest. A különbségnek több oka is lehet.

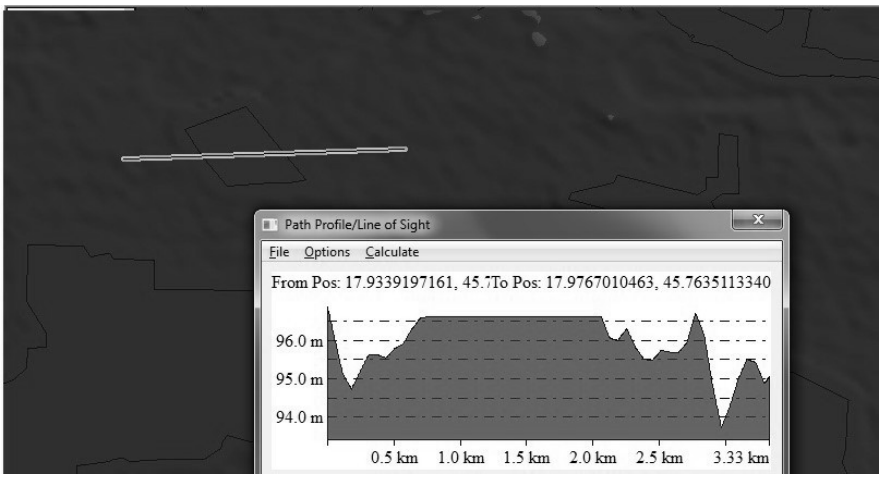
- Először is a 0 méteres szintfelület különbözősége. Az EOTR magassági

rendszerét a balti-tengeri középvízszinthez viszonyítják, amely fölött a nadapi alappont 173,1638 m magasan fekszik (MSZ 7772-1, 1997). Az EGM96-os geoid globális modellnél a Világtenger átlagos középtengerszintjét az 1992-es TOPEX/Poseidon műhold méréseivel határozták meg. Az SRTM magasságait az EGM96-os geoid modell alapján állapították meg. A balti-tengeri kronstadti mérce és a TOPEX/Poseidon küldetése során kiszámolt 0 méteres magasságok között az eltérés 11,1 cm a világtengerszint javára (Bursa, et al., 1999); ez az eltérés tehát nem számottevő.

- A szintvonalakra vonatkozó közép-, és maximális hiba az 1:10 000-es térképen 1 méteres alapszintköz esetén ±0,4 és ±0,8 méteres (MSZ 7772-2,1997). Ehhez adódnak hozzá a generalizálásból adódó pontatlanságok az 1:100 000 térképszelvényen. Összevetettem az 1:10 000 szelvényeken található szintvonalakkal. A generalizálásból adódó eltérések nem számottevőek, de hatásukat nem lehet teljesen kizárni.
- Ezen kívül az SRTM dokumentációja szerint a modell magassági hibája ±16 méteren belül esik.
- A legnagyobb különbség mégis a növényzet jelenlétéből ered.

A felsorolt eltérések összegződése azt eredményezi, hogy sík területen az SRTM modell alacsonyabban helyezkedik el egy EOTR szelvényből készített digitális domborzatmodellnél.

Korábban már többen tettek kísérletet az SRTM modell javítására, ezekből az eredményekből röviden bemutatok néhányat. Az egyik ilyen, globális próbálkozás az ACE2 (Altimeter Corrected Elevation 2), de ebből, sajnos nem sikerült kiszűrni az erdőket a Kárpát-medencében. ACE2-t 2007-



5. ábra Az SRTM modellből törölt erdőfelület hosszmetszete

ben készítették, az SRTM és műholdról történt radaros magasságmérési adatok alapján (Satellite Radar Altimetry). A trópusi esőerdőket például sikerült eltűntetni az eredeti SRTM-ből.

A másik jellemző módszer az SRTM összevetése valamely nemzeti térképrendszer szintvonalaiból készített domborzatmodellel. Ennek legnagyobb hátránya, hogy ha nincs hozzáférésünk a már kész digitális domborzatmodellhez, a szintvonalak digitalizálása igen munkaigényes feladat.

Születtek olyan próbálkozások is, amelyeknél Landsat műholdfelvételeken automatikusan kiértékelték az erdőfelületeket, ezek segítségével határozták meg az erdőmagasságot, és vonták ki az SRTM modellből (Gallant–Read–Dowling, 2012).

Az általam alkalmazott módszer legfontosabb eredményeiként említeném meg, hogy kizárólag ingyenes adatokkal és szoftverekkel dolgoztam, illetve az erdőfelületek kivonása teljesen automatizált, egyedül a pufferzóna létrehozását kell megoldani térinformatikai szoftverben.

A módszer további lehetséges használatáról

Mint korábban kifejtettem ez az automatizált, szabad elérésű adatokat, és szoftvereket felhasználó módszer elsősorban domborzati térképek készítésénél használható. A módszernek hála a becsült magassági értékek jóval pontosabbak, mint az előfeldolgozás nélküli SRTM.

A számítások során meg tudjuk határozni egy adott erdő átlagos magasságát is. Ez az erdőgazdálkodás, valamint az erdők fejlődési vizsgálata során hasznos kiegészítő adat lehet, egy Landsat vagy Spot műholdfelvétel mellett.

Az árvízvédelem kisméretarányú, átnézeti térképeinél is szerepe lehet annak, ha egy modellből töröltük az erdőket. Ez esetben az erdők nem menedékként, vagy dombként jelennek meg, hanem az árvíz által potenciálisan veszélyeztetett területként.

Kisméretarányú térképeken gyakran van szükség a domborzat ábrázolására. Ezeken előszeretettel használnak a térképkészítők magasságiréteg-színezést vagy szintvonalas ábrázolást. A választott mintaterületen – a Dráva mentén – az átlagos magasságok 100 m körüliek. A 100 méteres szintvonalat pedig a legtöbb térképen ábrázolják. Ilyenkor az erdők kisebb-nagyobb halmokként, dombokként jelennek meg a térképen, ezzel hamis képzetet keltve a térképolvasóban. Az erdőfelületek kiszűrése után ezek az egyenlőtlenségek eltűntek.

Az itt bemutatott algoritmus sík területeken jól dolgozik, a dombsági,

hegyvidéki területeken viszont módosítások szükségesek. A munka következő fázisa az algoritmus kidolgozása dombsági és hegyvidéki területek erdeinek kiszűrésére, ehhez azonban a nehézséget az átlagos famagasság megbecslése okozza.

Összefoglalás

Az interneten mára több, szabadon elérhető digitális felületmodell létezik, ezekből jelen cikkben egyet, a 90 méteres térbeli felbontású SRTM modellt vizsgáltam meg. Ez az egyik legrészletesebb modell, ezt használják legtöbbször domborzati térkép készítésére. Sajnos ebben is, főleg az alföldi sík területeken, igen erősen érvényesül a növényzet hatása. A növényzet kiküszöbölésére bemutattam egy algoritmust, amelyben kétféle bemeneti adatra van szükség. Ezek: maga a domborzatmodell, és egy erdőhatárokat tartalmazó vektoros adatbázis. Ezzel a módszerrel az új, erdőfelületektől megtisztított SRTM-ben lévő magasságok jobban közelítik a valós értékeket. Az eredményeket összevetettem az EOTR szintvonalaival is, és feltártam az eltérések lehetséges okait.

Felhasznált irodalom

Bursa M.–Kouba J.–Kumar M.–Müller A.–Radej K.–True S. A.–Vatrt V.–Vojtisková M. (1999): Geoidal geopotential and world height system. In: Studia geoph. et geod. 43 (1999), 327-337. oldal.

CORINE 2000: Az adatbázis elérhető a FÖMI honlapján: https://www.fomi.hu/corine/ Utolsó látogatás: 2015.03.11.

Farr, Tom G.–Rosen, Paul A.–Caro, Edward–Crippen, Robert–Duren, Riley–Hensley, Scott–Kobrick, Michael–Paller, Mimi–Rodriguez, Ernesto–Roth, Ladislav–Seal, David–Shaffer, Scott–Shimada, Joanne–Umland, Jeffrey–Werner, Marian–Oskin, Michael–Burbank, Douglas–Alsdorf, Douglas (2007): "The Shuttle Radar Topography Mission". Reviews of Geophysics 45 (2): RG2004.

Gallant, J. C.–Read, A. M.–Dowling, T. I (2012): Removal of tree offsets from SRTM and other digital surface model. In: International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, Volume XXXIX-B4, 2012. XXII. ISPRS Congress, 25 August - 1 September, 2012, Melbourne, Australia.

MSZ 7772-1, 1997: Magyar Szabvány 7772-1: Digitális térképek. 1. rész: a digitális alaptérkép fogalmi modellje. Magyar Szabványügyi Testület, 1997.

MSZ 7772-2, 1997: Magyar Szabvány 7772-1: Digitális térképek. 2. rész: az 1:10 000 méretarányú digitális topográfiai alaptérkép. Fogalmi modell. Magyar Szabványügyi Testület, 1997.

Ungvári, Zs.–Szabó, R. (2013): Some aspects of the generalization of small-scale digital elevation models. In: Manfred F. Buchroithner (szerk.): Proceedings of the 26th International Cartographic Conference. International Cartographic Association, 2013 Paper 724.

Egy térségi térinformatika adatbázis-építés tapasztalatai

Utasi Zoltán[1] – Pap Melinda[2]

[1] főiskolai docens, Eszterházy Károly Főiskola, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, utazo74@gmail.com
[2] kutatási asszisztens, Eszterházy Károly Főiskola, Innorégió Tudáscentrum, pap.melinda@ektf.hu

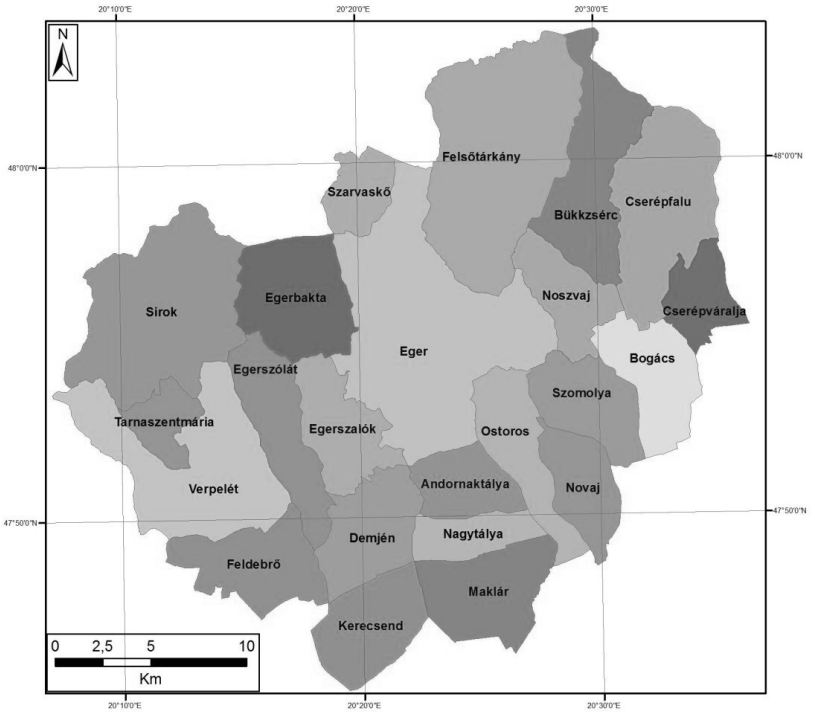
Abstract: The aim of the Eger – Energyregion project included targeted basic research in the fields of renewable energy, establishment and development of a regional geoinformatic database. The geoinformatic database set-up raises many questions, among of them the most important is to support the suitable base maps. The present paper gives an outline of the problems faced in the course of analyzing map data focusing on topographic, cadastral and forestry maps and the possible solutions, and it gives a review of publishing on the internet.

Bevezetés

Az Eszterházy Károly Főiskola Földrajz Tanszéke és partnerei 2012-ben sikeres pályázatot nyújtottak be „A megújuló természeti erőforrások és a klímaváltozás kapcsolatrendszerének komplex vizsgálata egy fenntartható modellrégió kialakítása céljából magyar-német közreműködéssel" (röviden Eger – Energiarégió) címmel (TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0016). A projekt célja az Eger központú, 23 települést magába foglaló mintarégió (*1. ábra*) területén a megújuló energiaforrások és a klímaváltozás területén célzott alapkutatások elvégzése a Kasseli Egyetem (Németország) közreműködésével, a kutatásra épülő térségi térinformatikai adatbázis létrehozása és fejlesztése, valamint a hozzá kapcsolódó energiahatékony gazdasági növekedést szolgáló tevékenységek kidolgozása egy fenntartható modellrégió kialakítása céljából.

A projekt egyik lényeges követelménye, hogy az adatok ne egymástól függetlenül, hanem egy egységes, térinformatikai rendszerben legyenek feldolgozva. Az adatbázis nyitott abban az értelemben, hogy területi és tartalmi vonatkozásban bővíthető. Az adatfeldolgozáshoz az ESRI cég ArcGIS for Desktop 10.1 szoftverét használtuk, mely kiválasztását széles körű alkalmazhatósága és a hasonló jellegű termékek közötti piacvezető szerepe, jelentős elterjedtsége indokolta.

Ezen tanulmány a feldolgozások alapjául szolgáló tematikus állományok (alaptérképek) minőségi problémáit és a lehetséges megoldásokat, a többlettartalmak hozzárendelésének elveit, valamint az adatok széles körű publikálására létrehozott internetes felületet mutatja be.



1. ábra Az Eger – Energiarégió (NKP alapján Utasi Z.)

Topográfiai alaptérkép

A topográfiai alaptérkép beszerzésére többféle lehetőség állt rendelkezésre, melyek közül a Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) által szolgáltatott, EOTR rendszerű, DITAB szabvány szerinti, vektoros formátumú adatbázisát választottuk. Az adatok 43 darab tematikus állományban (shape formátumban) kerültek átadásra. Az eredeti papírtérképből kinyerhető adatokon túli többletinformációkat (pl. épület szintszám) is tartalmazó tartalmak általában megfelelőek, de néhány esetben szükséges volt javításra, illetve pótlásra. Például mindenképpen korrigálni kellett a vízhálózat vonalas állományát: ugyanis hiányoznak a vonalak azon helyeken, ahol az eredeti papírtérképen rajzuk valamilyen okból (hidak, feliratok, stb.) megszakadt (a *2. ábrán* a raszteres alaptérképen vastag kiemelés mutatja) – ezek manuális egyesítése, valamint a névanyag pótlása (objektumhoz kötése) jelentette a javítást (a 2. ábra jobb alsó kivágata mutatja a javított változatot). A belterületi úthálózat pótlása az eredeti raszteres állományok, illetve légifelvételek alapján történt: ez esetben az utcák az egyes csomópontok (kereszteződések) közötti, önálló vonalakból állnak, melyekhez hozzárendeltük a közterület nevét, valamint a házszámokat.



2. ábra A vízhálózat ábrázolásának problémája (FÖMI)

A javított adatok egyrészt önállóan kerültek bemutatásra, illetve további feldolgozások számára jelentettek alapot (veszélyeztetettség, termőhelyi alkalmasság, szélenergia-potenciál, stb.).

Polgári kataszteri alaptérkép

A Nemzeti Kataszteri Program KFT kétféle formátumban bocsájtotta rendelkezésünkre az adatokat: a dat típusú állomány az ArcGIS szoftverrel nem kezelhető, így a feldolgozás alapjául a CAD-es (dxf) formátum szolgált. A térinformatikai rendszer létrehozása több lépésben történt meg az objektumtípusok átalakítása (pl. határvonalakból valódi felületek generálása), majd azok annotációk alapján történő attribútumozása révén. Az elsődleges attribútumok a felületek azon adatai, amelyek az annotációk elhelyezkedése alapján – mivel lényegében tartalmazzák azt – közvetlenül rájuk vonatkoznak (helyrajziszám, minőségi osztály, házszám, stb.). A másodlagos attribútumok azon adatok, melyeket vagy a térben valamely módon kapcsolódó (lefedő, szomszédos, legközelebbi, stb.), vele tartalmi összefüggésben lévő elemek alapján, vagy utólagos adatkapcsolás révén kerülnek hozzárendelésre (földrészletre vonatkoztatott házszám, épületek energetikai adatai, stb.).

A feldolgozás során felbukkanó hibák javításának vannak jól definiálható

szabályai, de megjelenik a szubjektív elem is – a cél ennek minimalizálása. A leggyakoribb gondot az annotációk hibái jelentik. A térbeli pontatlanság – mely alatt azt értjük, hogy az annotáció a jelölt felület határvonalain kívül helyezkedik el – javítása szemrevételezés alapján történhet (alapesetben a legközelebbi objektumra vonatkozik). Teljesen hiányzó értékek egyes esetekben a szomszédos objektumok adatai alapján is meghatározhatók (pl. házszám, minőségi osztály): ugyanakkor óvatosságra int, hogy a valóság nem mindig az egyértelműnek tűnő logikát követi (pl. a házszámok sem mindig egyenletesen növekszenek). Amennyiben lehetőség van rá, akkor más, megbízható forrásból (településrendezési terv, terepi felmérés, stb.) is pótolható az adat.

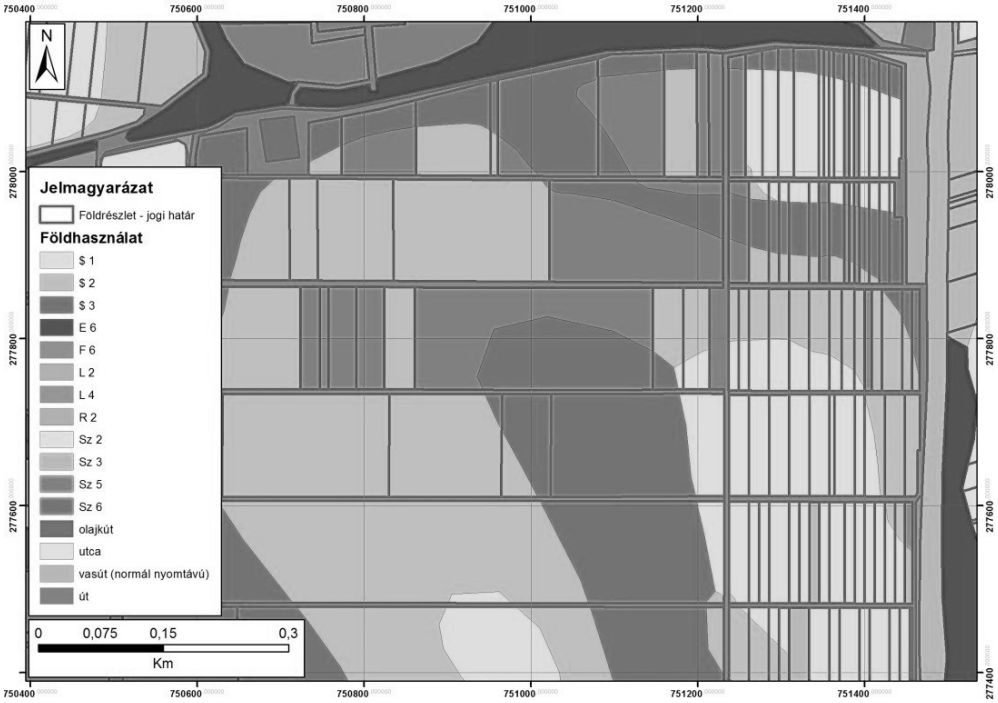
Mivel az eredeti állományok települési bontásúak, ezért ezek egyesítése során egyrészt meg kellett oldani a nevezéktan egységesítését, másrészt szükség volt közös határok mentén fellépő topográfiai hibák (rések és átfedések) korrigálására.

A feldolgozás egyik alapkövetelménye, hogy a közhitelesség ne sérüljön, azaz a földrészletek és épületek eredeti határvonalai maradjanak változatlan formában. Bizonyos esetekben azonban el lehet, illetve el kell térni az eredeti állapottól, de csak abban az esetben, ha ez a pontosság növelését és/vagy többlettartalom elérését segíti. Ennek értelmében az eredeti vonalak megszüntetését (ennek értelmében a felületek egyesítését is) mindenképpen kerüljük, mert az adatvesztéssel jár, csak a kisebb részekre bontás jöhet szóba. Ennek két, gyakoribb lehetősége a minőségi osztályok megjelenítése (*3. ábra*) vagy felosztás a tényleges állapot alapján (pl. ha egy földrészlet több utcát foglal magába). A felosztás úgy történjen, hogy az eredeti egységek visszanyerhetőek legyenek: ennek értelmében egy földrészlet „utódai" öröklik például az eredeti helyrajziszámot, mely alapján a későbbiekben egyesíthetők – ha a feladat úgy kívánja.

A kataszteri térkép földrészleteihez és épületeihez a projekt céljainak megfelelően számos adat – változatos forrásból – került hozzárendelésre (energetika, erdészet, tájérték, hulladék, stb.)

Az erdészeti kataszteri térképek

A projektben a biomassza-potenciál meghatározásánál az erdőségek központi szerepet töltenek be, így ezek adataira (mennyiségi és minőségi paraméterek) is szükség volt. Az erdészeti kataszterhez való hozzáférés viszont meglehetősen korlátozott: míg az állami tulajdonú, az Egererdő ZRT. művelésében álló területekről részletes, 38 paramétert tartalmazó, naprakész

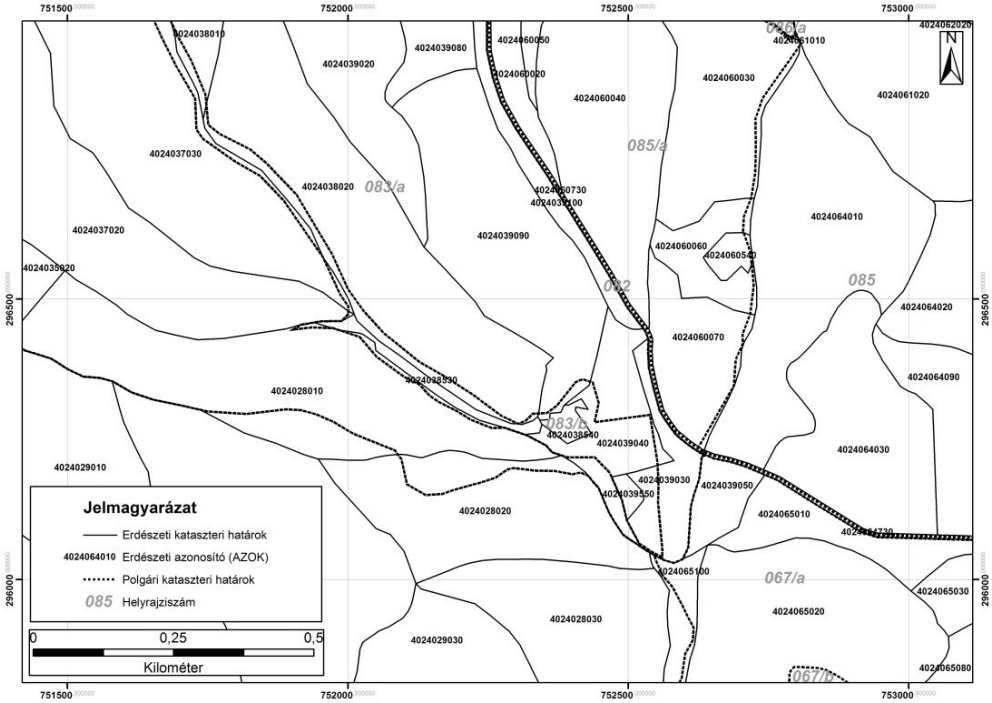


3. ábra A földrészletek minőség szerinti felosztása (NKP alapján Utasi Z.)

adatbázis áll rendelkezésre, addig a magán-, illetve egyéb közösségi tulajdonú területekről nincs ilyen részletességű, egységes nyilvántartás.

Az Egererdő adatbázisa két elemből áll: a shape formátumú állomány tartalmazza az erdőrészletek geometriáját, illetve ezekhez kapcsolódóan néhány – főként azonosításra szolgáló attribútumot, míg az erdőségek minőségi és mennyiségi paraméterei táblázatos formában szerepelnek; a két rendszer összefűzése az erdészeti azonosító kód (AZOK) alapján lehetséges.

A polgári és az erdészeti kataszteri területegységei és határvonalaik között jelentős eltérés van: míg az előbbi jogi egység, mely nem feltétlenül követi a természetes határokat, míg az utóbbi azon termőhelyi határokhoz igazodik, melyek meghatározzák az erdőgazdálkodás feltételeit. A polgári kataszter legkisebb egységei a földrészletek, melyek csak települési szinten egyedi azonosítóval, a helyrajziszámmal rendelkeznek. Az erdészeti kataszter legkisebb egysége az erdőrészlet, mely általában kisebb a földrészletnél, s létezik egy országos szintű, egységes kódolása. Kis túlzással, a két nyilvántartás határvonalainak egybeesése inkább kivétel, mint szabály (*4. ábra*). Ezek összeigazítása lényegében csak az állami és nem állami tulajdonú területek határán történt meg, ráadásul az sem az egész országra kiterjedően.



4. ábra Az erdészeti és polgári kataszter összevetése
(NKP, Egererdő alapján Utasi Z.)

Internetes megjelenítés (WebGIS)

Miután a mintarégióról elkészültek a tematikus tartalmak, a kor igényeinek megfelelően, a következő lépés ezen adatok internetes publikálása volt. A motivációk közt szerepelt, hogy könnyen elérhető referenciát szolgáltassunk a projektben történt kutatásokról és mindenekelőtt, hogy a lakosság számára is egyszerűen és áttekinthetően megjeleníthető adatokat szolgáltassunk.

A megvalósítás eszközei között szerepel az ArcGIS Server program egy MS-SQL adatbázissal egybekötve, mely a digitális térképek tárolásáért és webes technológiákkal való elérhetőségéért felel. Az ArcGIS Server program teszi lehetővé, hogy az elkészült digitális térképeket saját szervereinken tárolhassuk, kezelhessük, és teljes körűen rendelkezhessünk a hozzáférési jogokról.

Az internetes publikálás lényege, hogy az ArcGIS for Desktop programmal elkészült térképeket MS-SQL adatbázisban tároljuk és az ArcGIS Server programmal internetes szolgáltatásokat (services) hozunk létre belőlük. A szolgáltatások teszik lehetővé, hogy lekérdezéseket hajtsunk végre, de a



5. ábra Az Eger – Energiarégió erdészeti adatbázisának internetes megjelenítése (Egererdő, FÖMI alapján Utasi Z. és Pap M.)

térképek megjelenítése ebben a formában még nem megoldott.

A webes megjelenítés eszközének az ArcGIS Viewer for Flex programot választottuk. Ez az Adobe Flash alapú szoftver lehetővé teszi, hogy a térképekből készült internetes szolgáltatásokat weboldalként formázzuk, egyszerű és interaktív megjelenítést kölcsönözzünk nekik. Ez azt jelenti, hogy sok, már az ArcGIS for Desktop programból jól ismert beállítást használhatunk, úgy, mint a rétegek láthatósága, átlátszósága és sorrendje (bár az utóbbi kettőt csak internetes szolgáltatás szinten). Olyan beállítások, mint a rétegek láthatóságának felbontási szinthez rendelése, és a térképre kattintással az oda vonatkozó információt tartalmazó felugró ablakok megjelenítése, szintén elérhető.

Esetünkben a tematikus tartalmakat kategóriákba csoportosítottuk és ezen kategóriákból hoztunk létre internetes szolgáltatásokat. Ezeket aztán a webes felületen egy WebGIS térképpé gyúrtuk össze. Ilyen formában a mintarégióra vonatkozó összes információ elérhető egy webes alkalmazásban (*5. ábra*).

Az ArcGIS Server program segítségével lehetőségünk nyílt az adatok elérhetőségét különböző jogosultsági szinteknek megfelelően korlátozni. Ez esetünkben három kategóriát jelent: az első kategória teljesen publikus, bárki számára elérhető. A másodikban már olyan adatok vannak, amelyek megtekintése csak regisztrált felhasználók számára lehetséges. A harmadik pedig olyan elemeket tartalmaz, melyek már intézményünk fizetett szolgáltatását képezik, így ezek meghatározott díj fejében válnak elérhetővé a fizető felhasználók számára.

Felhasznált irodalom

DAT 1. Szabályzat (1996): Digitális alaptérképek tervezése, előállítása, felújítása, adatcsere-formátuma, dokumentálása, ellenőrzése, minőségellenőrzése, hitelesítése és állami átvétele. Budapest, FM FTF

DAT 1. Szabályzat (1996): A földmérési alaptérképek digitális átalakításáról és minőségellenőrzéséről. Budapest, FM FTF

ESRI: http://www.esri.com/ (2014.09.15.)

FÖMI: DTA10 V3 Objektum-attribútum katalógus és adatfeltöltési utasítás (Verzió: 20100701)

Utasi Z. (2011): Térinformatikai alkalmazások. TÁMOP 4.1.2-08/1/a-2009-0038 projekt, e-tananyag. p. 153

Varga J. (2005): A vetületnélküli rendszerektől az UTM-ig (http://www.agt.bme.hu/staff_h/varga/Osszes/Dok3uj.htm#Gauss-Kruger (2014.09.15.))

Koordináta-transzformáció SVM alkalmazásával

Vámosi Attila

tanársegéd, Debreceni Egyetem Műszaki Kar, vamosi.attila@eng.unideb.hu

Abstract: The widespread used Navstar Global Position System (GPS) is based on World Geodetic System 1984 (WGS84) ellipsoid. The projection system of the hungarian maps is the EOV (Hungarian Grid) which is interpreted on Hungarian Datum 1972 (HD72) datum. If we would like to show our GPS-defined posi-tion in the hungarian projection system, we have to transform the coordinates from one system into the other system. Since there is no exact mathematical relationship between the two systems, therefore the transformation can be done only with approximation, which based on the coordinates of known points in both systems. The most commonly used methods are the polynomial fitting and the 7-parameter transfor-mation. In this paper, the results of the application of machine learning method (Support Vector Machine) for coordinate transformation between WGS84 and EOV systems will be presented.

Bevezetés

Az utóbbi évek technikai fejlődése, az egyre kisebb méretű számítógépek és okostelefonok megjelenése, valamint ezek árainak csökkenése széles körben lehetővé tette a műholdas helymeghatározó rendszerek (GPS) használatát. A 2000-es évek eleje óta néhány méteres pontossággal polgári használatra is elérhető a Navstar globális helymeghatározó rendszere. Ez a rendszer a geocentrikusan elhelyezett WGS84 forgási ellipszoidot használja. Ebben a rendszerben a pontokat ellipszoidi földrajzi koordinátákkal adjuk meg, melyek szögmennyiségben megadott szélességi és hosszúsági koordinátákat jelentenek. A GPS rendszer helymeghatározásra a saját vetületi rendszerében tökéletes, a probléma akkor jelentkezik, amikor a helyzetünket egy másik rendszerben szeretnénk megjeleníteni; főleg akkor, ha az a rendszer eltérő alapfelületen van értelmezve. A magyarországi földmérési térképek vetületi rendszere az 1975-ben bevezetett Egységes Országos Vetületi rendszer (EOV), mely az IUGG67 forgási ellipszoidon alapuló ferdetengelyű hengervetület. Egy tetszőleges pont helyét az X és Y tengelyeken mért koordinátákkal adhatjuk meg.

A két rendszer között nincs egzakt matematikai kapcsolat, a rendszerek közötti koordináta-transzformáció kizárólag a két rendszerben megadott azonos pontok koordinátáinak felhasználásával meghatározható közelítő összefüggésekkel számítható. Gyakorlatban legelterjedtebb ilyen módszerek

a polinomillesztés és a 7 paraméteres transzformáció (VÁMOSI A. 2014).

Koordináta-transzformáció gépi tanulási módszerek alkalmazásával is megvalósítható. Ebben a cikkben a korábban publikált (VÁMOSI A. 2014) SVM (Support Vector Machine) alkalmazással a WGS és EOV rendszerek közötti átszámítás gyakorlati megvalósítását és eredményeit mutatom be.

A gépi tanulás elmélete

Az általam használt SVM gépi tanulási módszert eredetileg osztályozásra fejlesztették ki, de egy speciális osztályozási feladat felírásával függvényközelítésre, regresszióra is alkalmazható (HAYKIN, S. 2009). Az osztályozás és a regresszió között a kapcsolatot egy ε érzéketlenségi sávval rendelkező abszolútérték hibafüggvény (ε-insensitive loss function) alkalmazása adja. A regresszió megfeleltethető egy olyan osztályozási feladatnak, ahol a helyes osztályozás hibája 0, míg a rosszul osztályozott pontokat gyengítő változók bevezetésével büntetjük.

Az SVM módszer tanulópontokon alapul. Legyenek adottak $\{x_i, y_i\}_{i=1}^{n}$ tanulópontok, ahol x_i vektor a tetszőleges dimenziószámú bemeneti értéket, y_i pedig az ehhez tartozó kimeneti értéket tartalmazza. Keressük azt a

függvényt, melynek bemeneti értékekhez tartozó eredménye a legjobban

$$y(\mathbf{x}) = \mathbf{w}^{\mathrm{T}} \varphi(\mathbf{x}) + b$$

közelíti az ismert y_i kimeneti értékeket. C és ξ_i paraméterek bevezetésével az osztályozási feladat az alábbi alakban írható fel:

Ez a feladat kvadratikus programozás végrehajtásával oldható meg.

$$\min \frac{1}{2}\|\mathbf{w}\|^2 + C\sum_{i=1}^{n}(\xi_i + \xi_i')$$

az

$$y_i - (\mathbf{w}^{\mathrm{T}}\varphi(\mathbf{x}_i) + b) \le \varepsilon + \xi_i$$
$$(\mathbf{w}^{\mathrm{T}}\varphi(\mathbf{x}_i) + b) - y_i \le \varepsilon + \xi'_i$$
$$\xi_i \ge 0, \quad \xi'_i \ge 0 \quad \text{és} \quad (i = 1,2,...,n)$$

feltételekkel.

A duális feladat eredménye alapján egy tetszőleges z pont értékét az alábbi függvénnyel határozhatjuk meg (VÁMOSI A. 2013):

ahol

$$y(\mathbf{z}) = \sum_{i \in SV}(\alpha_i - \alpha_i')K(\mathbf{z}, \mathbf{x}_i) + b\,,$$

α_i és α'_i a tartóvektorokhoz tartozó Lagrange együtthatók

$K(z,x_i)$ a belső szorzatot generáló tetszőlegesen választott kernel, és
b az optimális eltolásérték

Az LS-SVM módszer

Az SVM módszernek több módozata is létezik. Ilyen például az LS-SVM (Least Squares Support Vector Machine), mely a legkisebb négyzetek módszerén alapul. Az LS-SVM az ε-érzéketlenségi sávval rendelkező veszteségfüggvényt négyzetes függvényre cseréli, valamint az SVM mellékfeltételeit egyenlőségekre alakítja, ezáltal a kvadratikus programozási feladat egy lineáris egyenletrendszer megoldására módosul. (HORVÁTH G. ET AL. 2006).

Regresszió esetén az optimalizálási feladat az alábbi:

A Lagrange egyenlet és az optimalizálásra vonatkozó feltételek alapján

$$\min_{\mathbf{w},b,\mathbf{e}} J(\mathbf{w},b,\mathbf{e}) = \frac{1}{2}\mathbf{w}^{\mathrm{T}}\mathbf{w} + C\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n} e_i^2$$

az

$$y_i = \mathbf{w}^{\mathrm{T}}\varphi(\mathbf{x}_i) + b + e_i \qquad (i = 1,2,...,n)$$

feltételekkel.
(w és *e* kifejezése után) a megoldandó lineáris egyenletrendszer:

A fenti egyenletrendszerből számítható α_i súlyok és a b eltolásérték

$$\begin{bmatrix} 0 & \mathbf{1}^{\mathrm{T}} \\ \mathbf{1} & \boldsymbol{\Omega} + C^{-1}\mathbf{I} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b \\ \boldsymbol{\alpha} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \mathbf{y} \end{bmatrix},$$

ahol:

$$\mathbf{y}^{\mathrm{T}} = [y_1 \quad y_2 \quad \ldots \quad y_n]$$

$$\mathbf{1}^{\mathrm{T}} = [1 \quad 1 \quad \ldots \quad 1]$$

$$\boldsymbol{\alpha}^{\mathrm{T}} = [\alpha_1 \quad \alpha_2 \quad \ldots \quad \alpha_n]$$

$$\Omega_{ij} = \varphi(\mathbf{x}_i)^{\mathrm{T}}\varphi(\mathbf{x}_j) = K(\mathbf{x}_i,\mathbf{x}_j) \qquad (i,j = 1,2,...,n)$$

és $\mathbf{I}$ egy $(n \times n)$ méretű egységmátrix.

felhasználásával az SVM válasza (azaz a keresett függvény) az alábbi alakban írható fel:

(Megjegyzés: Az egyenlőségi feltételek miatt az LS-SVM elveszíti a

$$y(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i K(\mathbf{x},\mathbf{x}_i) + b$$

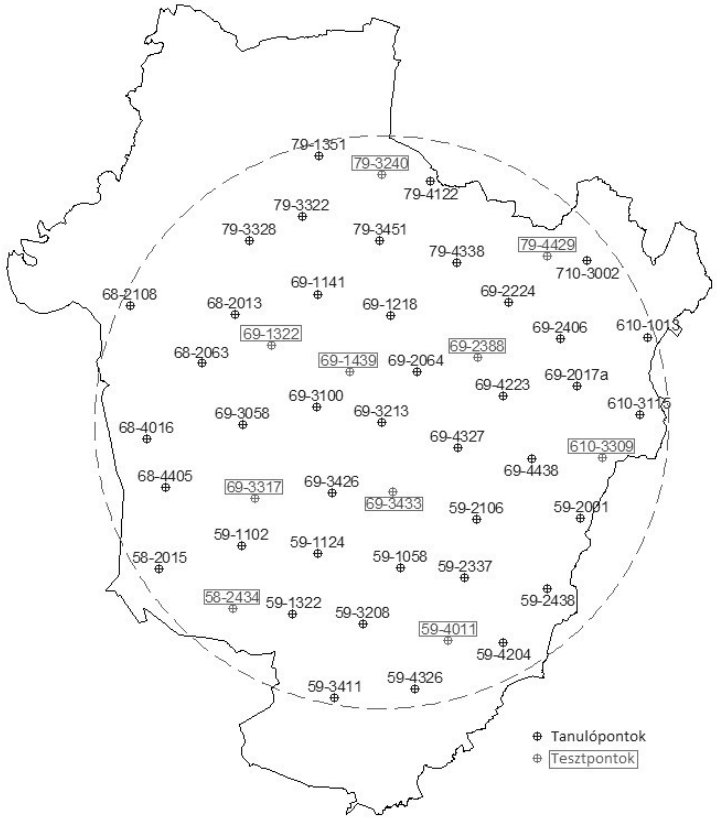
ritkasági tulajdonságát, nem lesznek nullaértαékű súlyok, vagyis minden

tanulópont tartóvektor lesz, így az eredmény megadásában az összes tanulópont részt vesz.)

A koordináta-transzformáció megvalósítása

A WGS és EOV rendszerek közötti transzformáció olyan tanulópontok alkalmazásával oldható meg, melyeknek mindkét rendszerben ismertek a koordinátái. Erre a célra az Országos GPS Hálózat (OGPSH) pontjai a legmegfelelőbbek. A vizsgálatban a függvények előállításához 40 db OGPSH pontot (Hajdú-Bihar megye területén egy 40 km sugarú kört lefedve) használtam fel tanulópontnak és további 10 db pontot pedig a transzformáció pontosságának vizsgálatához ún. tesztpontnak. (A kutatáshoz felhasznált OGPSH alappontok koordinátáit a Földművelésügyi Minisztérium engedélyével a Földmérési és Távérzékelési Intézet bocsájtotta rendelkezésemre.) A kiválasztott pontok elhelyezkedése az *1. ábrán* látható.

A koordináta-transzformációt mindkét irányba vizsgáltam. Az SVM



1. ábra A tanulópontok és a tesztpontok elhelyezkedése

jellege miatt egy-egy irányon belül két SVM előállítása szükséges, mert az SVM bemenete ugyan többváltozós, de kimenete csak egyváltozós lehet (Vámosi A. 2014), vagyis összesen 4 SVM előállítása szükséges:

WGS → EOV irány

1. Λ_{WGS} és Φ_{WGS} bemenetekkel előállítjuk az Y_{EOV} kimenetet
2. Λ_{WGS} és Φ_{WGS} bemenetekkel előállítjuk az X_{EOV} kimenetet

EOV → WGS irány

3. Y_{EOV} és X_{EOV} bemenetekkel előállítjuk a Λ_{WGS} kimenetet
4. Y_{EOV} és X_{EOV} és bemenetekkel előállítjuk a Φ_{WGS} kimenetet

A módszer további előnye, hogy a fokban megadott WGS koordinátákat és a méterben megadott EOV koordinátákat nem szükséges közös mértékegységre átváltani, sem más pl. térbeli derékszögű koordinátarendszerbe transzformálni, hanem azok között közvetlenül kereshető a függvénykapcsolat.

Az SVM alkalmazásának tapasztalatai alapján (Vámosi A. 2013), és ebben a munkában is bebizonyosodott, hogy szükséges és hasznos a bemeneti értékek skálázása. Többváltozós bemenet esetén a különböző tulajdonságok mértékegységei nagyságrendekkel eltérhetnek (ahogy ebben a feladatban is a WGS koordináták 21 és 47 között, az EOV koordináták pedig 200000 és 900000 között vannak), mely az eredmény pontosságát nagymértékben befolyásolhatja. Ennek csökkentése érdekében a bemeneti értékeket célszerű 0 és 1 közé skálázni.

A számítások elvégzéséhez az R nevű statisztikai szoftvert használtam fel (R Core Team, 2014). Első lépésként elvégeztem a bemenő adatok skálázását, majd előállítottam az Ω mátrix elemeit. A belső szorzatot egy polinomiális kernel használatával generáltam, melynek általános alakja:

$$\mathbf{A \bullet x=b}$$

melynek megoldását az

$$\mathbf{x=A^{-1} \bullet b}$$

mátrixszorzat elvégzésével kapjuk. Ehhez először elő kell állítanunk a mátrix az A^{-1} inverzét. Ez felvet egy kisebb problémát, ugyanis a fentiek alapján előállított mátrix rosszul kondicionált. Rosszul kondicionált mátrixok esetén ún. általánosított mátrix inverz számítható. Ilyen például a Moore-Penrose pszeudoinverz, mely az R programban a „pracma" csomag telepítésével érhető el (Borchers,H. W. 2015). Ennek felhasználásával már megoldható az egyenletrendszer és felírható a keresett összefüggést közelítő függvény.

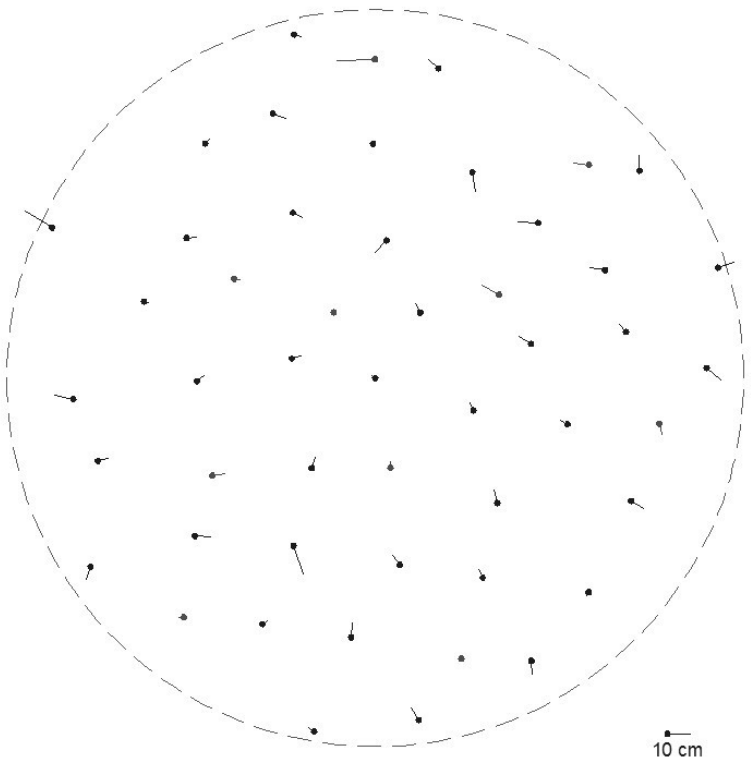
Eredmények

A kapott közelítő függvény jóságát, azaz a transzformáció pontosságát tesztpontok alkalmazásával vizsgáltam. Ezek a tesztpontok célszerűen olyan ismert koordinátájú pontok, melyek nem vettek részt a tanítási folyamatban, ezáltal kiszűrhető és elkerülhető a „túltanulás" (VÁMOSI A. 2013). A 10 tesztpontra kapott eltérések abszolútértékeit a irányra vonatkozóan az *1. táblázat* foglalja össze.

Az átlagos pontosság 5,1 cm-re adódott, mely Y irányban 4,32 cm, X irányban pedig 1,44 cm eltérésekből tevődik össze. Az egyes pontokon az eltérések iránya változó. Az eltérések iránya és torzított mértéke a *2. ábrán* látható.

1. táblázat A tesztpontokon számított eltérések abszolútértékei (WGS → EOV irány)

	Y irány	**X irány**	**Összetett**
minimum	0,04 cm	0,01 cm	0,44 cm
maximum	16,49 cm	4,78 cm	16,51 cm
átlag	4,32 cm	1,44 cm	5,10 cm



2. ábra Az 50 pontra számított eltérés iránya és torzított nagysága

A másik irányra vonatkozóan is hasonló pontosság keletkezett. A szélességi körön átlagosan 0,0018” a hosszúsági körön 0,006” eltérés adódott, ami a WGS84 ellipszoid felületén 13,84 cm eltérést jelent. Az irányra vonatkozó eltérések abszolútértékei a *2. táblázatban* láthatóak.

2. táblázat A tesztpontokon számított eltérések abszolútértékei (EOV→WGS irány)

	Szélesség	**Hosszúság**
minimum	0,0004”	0,0001”
maximum	0,0032”	0,0157”
átlag	0,0018”	0,0060”

Összegzés

Összességében elmondható, hogy az LS-SVM módszerrel előállított közelítő függvények a transzformált koordinátákat minimális eltéréssel képesek meghatározni mindkét irányban. Ez az eljárás alternatívája lehet a gyakorlatban használt polinom transzformációnak illetve a 7 paraméteres transzformációnak is.

A vizsgálat során az LS-SVM módozatot használtam, polinomiális kernellel és közelítő hiperparaméterekkel. Az eredmények így is bíztatóak, de további vizsgálatokkal, például a kvadratikus SVM használatával vagy RBF kernel alkalmazásával illetve a hiperparaméterek optimalizálásával további javulás, a számított eltérések csökkenése is elképzelhető.

Felhasznált irodalom

Borchers, H. W. (2015): pracma: Practical Numerical Math Functions. R package, version 1.8.3. http://CRAN.R-project.org/package=pracma

Haykin, S. (2009): Neural Networks and Learning Machines, New Jersey, Pearson Edition Ltd., pp. 268–296.

Horváth G.–Altrichter M.–Pataki B.–Strausz Gy.–Takács G.–Valyon J. (2006): Neurális hálózatok, Panem Kiadó, Budapest, pp. 261–269.

R Core Team (2014): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. http://www.R-project.org/

Vámosi A. (2013): Az SVM módszer alkalmazása egy műszaki optimalizációs problémában, Problem-based Learning in Engineering Education konferencia kiadványa, Debrecen, PBLEE/13/05.

Vámosi A. (2014): Vetületi rendszerek közötti átszámítás SVM alkalmazásával, V. Térinformatikai konferencia és szakkiállítás konferencia kiadványa, Debrecen, pp. 395–401.

Eltérő táji adottságú mintaterületek vizsgálata objektum alapú képfeldolgozással

Varga Orsolya Gyöngyi[1] – Túri Zoltán[2]

[1] PhD-hallgató, Debreceni Egyetem TTK, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, varga.orsolya.gyongyi@science.unideb.hu;
[2] egyetemi tanársegéd, Debreceni Egyetem TTK Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, turi.zoltan@science.unideb.hu

Abstract: In our paper we examined microchors with 1x1 km area and their different landscape features. Microchors were selected randomly and analyzed by object-based image analysis and automatic classification methods combined with individual threshold conditions in eCognition. Accuracy assessment was executed by the comparison of the results of classification and visual interpretation along with establishment of an error matrix characterizing correspondence between them.

Bevezetés

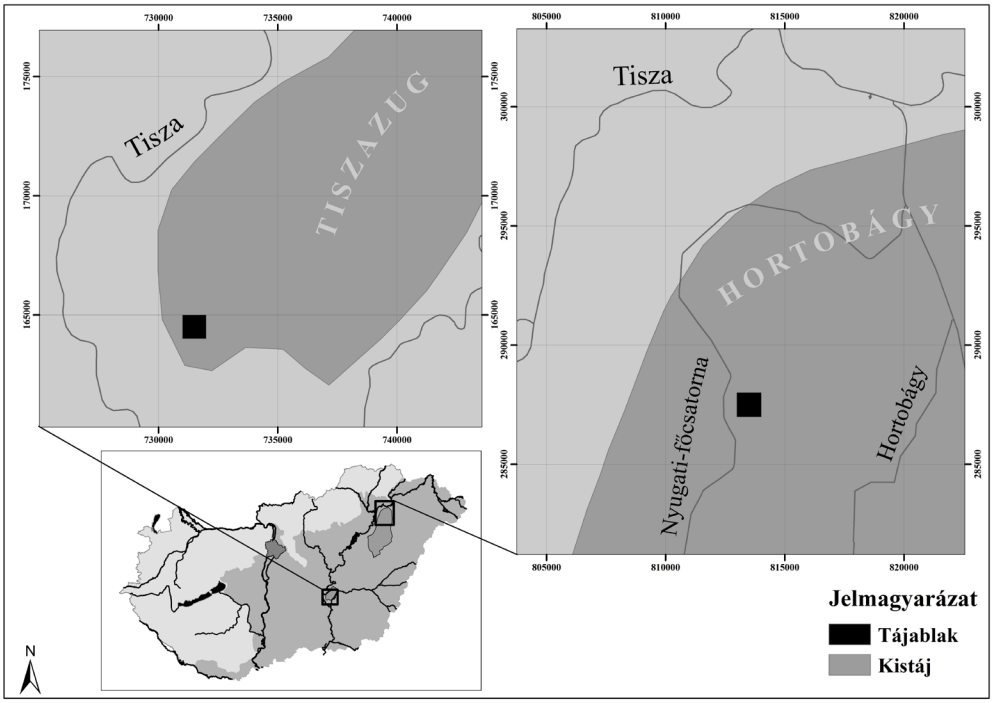
A téradatok objektum alapú képfeldolgozás (GEOBIA) olyan módszerek, eszközök és azok elméleti hátterének kidolgozását, felhasználását és fejlesztését jelenti, amelyek képesek a képadatok emberi észlelésen alapuló vizuális interpretációja helyett/mellett a valóság komplex rendszerének automatizált vagy félautomatizált feldolgozására (Blaschke, T. et al. 2011). Amíg a hagyományos pixel alapú képelemző eljárások a kép spektrális és szerkezeti tulajdonságait figyelembe vevő döntéshozatali logikán nyugszanak, addig az objektum alapú osztályozóknál a spektrális reflektancia és a szerkezeti jellemzők mellett a térbeli összefüggések (alak, relatív helyzet, szomszédság, topológia, stb.) is szerepet kapnak a képobjektumok osztályozásánál, lehetővé téve a bemenő adatok pontosabb kiértékelését (Kristóf D. 2005, Czimber K. 2009). A távérzékelt adatokból így kinyert többletinformáció hatékonyabbá teheti a további tér- és időbeli elemzések elvégzését. A GEOBIA új távlatokat kínál a természeti tájalkotó tényezők – elsősorban a növényzet – és az antropogén tájelemek mozaikos térbeli elrendeződésének vizsgálatában, az élőhely-térképezésben (Cserhalmi D. et al. 2010; Kollár Sz. et al. 2011; Verőné Wojtaszek M. és Ronczyk L. 2012; Bata T. 2014).

Kutatásunk a Hortobágy és a Tiszazug kistájak területén két véletlenszerűen kiválasztott tájablak tájmintázatának elemzésére irányult. Ehhez a mintaterületeket lefedő 2005. évi ortofotókat számítógép-képernyőn vektorizáltuk és vizuálisan interpretáltuk, valamint elvégeztük a légi távérzékelt adatok objektum alapú képfeldolgozását és automata osztályozását. Fő

célunk a módszerek összehasonlító vizsgálata, tesztelése volt. Arra a kérdésre kerestük a választ, hogy vajon az objektum alapú képfeldolgozással előállított osztálytérképek alkalmasak lehetnek-e a további (pl. tájökológiai célú) vizsgálatokra, geometriai és tematikus pontosságuk eléri-e a hagyományos módon előállított folttérképekét.

A mintaterületek bemutatása

A tájablakok kiválasztása az ArcGIS alatt futó Hawth's Tools Analysis bővítménnyel, egyszerű véletlenszerű mintavétellel történt. A bővítmény lehetőséget nyújt automatizált térbeli mintavételezés végrehajtására. Segítségével megoldható – számos hasonló célú feladat mellett – tetszőleges nagyságú egységekből álló négyzetrács kijelölése, majd annak elemeiből történő random kiválasztás (Beyer, H. L. 2004). A modul segítségével két egy négyzetkilométeres tájablakot jelöltünk ki a Tiszazugban és a Hortobágyon (*1. ábra*). A kistájkataszter adatai alapján mindkét kistájon magas a szántók területi részesedése (a Tiszazugban 65,3%, a Hortobágyon 40,7% a szántók aránya) (Dövényi Z. 2010), amelyet a kiválasztott tájablakok jellemzői is tükröznek.



1. ábra A kiválasztott tájablakok elhelyezkedése.

A Tiszazugban található tájablak Tiszasas és Csépa közigazgatási területén fekszik a 4511 sz. Tiszaug–Kunszentmárton összekötő úttól északra és a 4514 sz. Tiszakürt–Csépa összekötő úttól nyugatra. Déli szegélyén a 146 sz. Kunszentmárton–Lakitelek–Kiskunfélegyháza vasútvonal halad át. A tájablak infúziós löszön kialakult, réti csernozjomokkal fedett lapos felszínén (86–87,5 m közötti tengerszint feletti magasság) intenzív szántóföldi művelés folyik.

A Hortobágyon kijelölt tájablak Újtikos közigazgatási határán belül, a 36. számú főúttól délre, a Nyugati-főcsatorna közvetlen keleti szomszédságában helyezkedik el. Jellemzőek a nagy termőréteg-vastagságú réti talajok, amelyek kedveznek az intenzív szántóföldi művelésnek. Emellett egy telepített erdő, illetve a szántókat átszelő csatornák és földutak is találhatók a vizsgált térrészen.

Anyag és módszer

Tanulmányunkban a Magyarország nemzeti atlaszában (Pécsi M. et al. 1989) közreadott tájtípustérkép (Jakucs P. et al. 1989) alapján egy löszös síkság tájtípusba tartozó tiszazugi és egy ártéri síkság tájtípusú hortobágyi tájablakot elemeztünk. Objektum alapú képfeldolgozással, számítógép-képernyőn vektorizálással és vizuális interpretációval vizsgáltuk a tájablakok felszínborítását, valamint az eredmények pontosságát, ezáltal a módszer hatékonyságát próbáltuk jellemezni.

Kutatásunk légi távérzékeléssel készült felvételek kiértékelésére épült. A felhasznált 2005. évi valós színes ortofotók geometriai felbontása 1 méter. Az ortofotók kiválasztása során fontos szempont volt, hogy jó minőségű, a vegetációs időszakban készült és a tájablakok területét lefedő felvételeket használjunk az elemzésekhez.

A felvételek elemzése objektum alapú képfeldolgozással történt. Kutatásunkban az eCognition szoftverbe implementált többfázisú szegmentálás (multiresolution segmentation) alulról-felfelé régiónövesztő (bottom-up region merging technique) típusát alkalmaztuk. A képobjektumok egy többfázisú, hierarchizált rendszerben jönnek létre, amelyben térbeli helyzetük, szomszédsági kapcsolataik, alá- és fölérendeltségi viszonyuk meghatározott (Baatz, M. és Schäpe, A. 1999; Benz, U. et al. 2004). Az egyes hierarchiaszintekre vonatkozó feltételeket a felhasználó paraméterezi a méretarány-tényező (scale parameter), illetve az alak (shape) és a kompaktság (compactness) értékeinek megadásával. Esetünkben 10, 25, 50, 100 és 200 méretarány-tényezőkkel, valamint 0,1–0,5 alaki és kompaktsági értékekkel

dolgoztunk.

Az eCognition szoftver lehetőséget ad a képosztályozás végrehajtására ellenőrzött körülmények között, azaz az egyes osztályokba tartozás küszöbértékeinek (threshold) megadásával. A két tájablak esetén hasonló, de a lokális sajátosságokhoz igazított felszínborítási kategóriákat alakítottunk ki, és az osztályozásba bevont tulajdonságokhoz rendelt küszöbértékekkel osztályoztuk a felvételeket. A szoftverben a küszöbértékek megadása során számos paramétert figyelembe vehetünk akár önállóan, akár együttesen alkalmazva azokat. Esetünkben a szántóterületek heterogenitása, illetve a gyepterületek és szántóterületek, valamint a vonalas objektumok (utak, csatornák) nehézkes elkülönítése jelentette a legfőbb problémát.

A mintaterületeket számítógép-képernyőn vektorizálással és vizuális interpretációval is értékeltük, melynek eredményét a pontosságvizsgálat során referenciaként használtuk fel. A pontosságvizsgálatot hibamátrix felállításával, illetve a Kappa egyezési index kiszámításával végeztük, amelyeket Cohen, J. (1960) nyomán az osztályozási pontosság mérésére kezdtek alkalmazni (Congalton, R. és Mead, R. A. 1983), és amelyre hazai kutatásokban is találunk példát (Burai P. et al. 2015).

Eredmények

A felvételeken vizuálisan az erdőterületek, a szántóterületek, illetve a vonalas művi elemek különíthetők el. Az egyéb vonalas elemek, úgy mint a szilárd burkolat nélküli utak és csatornák vizuálisan nehezen vagy egyáltalán nem azonosíthatók. Ennek oka, hogy ezek az elemek csekély területi kiterjedéssel rendelkeznek, más objektumok (pl. a fakoronák) takarásában helyezkednek el és/vagy spektrális jellemzőik alig különböznek a szántóterületekétől (amelyekkel a legtöbbször határosak). A gyepterületek elkülönítése emiatt szintén nehézséget jelentett. Az objektum alapú képosztályozás jelentősége abban rejlik, hogy az objektumoknak nemcsak a spektrális, hanem az alaki jellemzőit is figyelembe veszi, ezért az eCognition szoftverben a küszöbértékek meghatározásánál az objektumok jellemzői között geometriai, ezen belül alaki paramétereket is alkalmazhattunk, amelyek részben hatékonynak bizonyultak. A szegmentálás különösen a vonalas elemek esetében megnyúlt formájú objektumokat eredményezett, de ugyanez figyelhető meg a szántóknál egyes foltok, illetve a gyepterületek esetén is. A gyepterületek általában az utakat szegélyező, vagy különböző felszínborítási típusba tartozó foltok határán jelentek meg, s ez magyarázza azok megnyúlt alakját. Ennek ellenére, mivel spektrális jellemzőik nem vagy

alig különböztek a gyakran határos szántófoltoktól, elkülönítésük nehéz volt. Emiatt a gyepterületek lehatárolása és osztályozása még a számítógép-képernyőn vektorizálás és a vizuális interpretáció esetében is igen szubjektív volt, ezért a pontosságvizsgálat során ez a felszínborítási típus alacsony Kappa-indexet adott (*1. táblázat*).

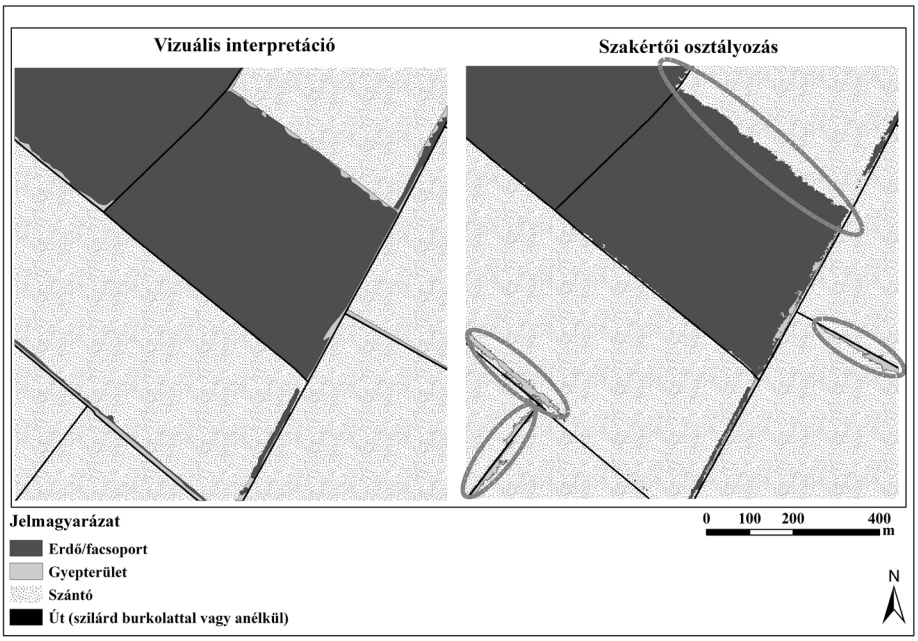
1. táblázat A vizuális interpretáció, illetve a szakértői osztályozás során nyert eredmények összevetése felszínborítási kategóriánként.

	Kappa egyezési index			
1. tájablak (Hortobágy)	**Erdő/facsoport**	**Gyepterület**	**Szántó**	**Teljes**
	0,965	0,102	0,96	0,941
2. tájablak (Tiszazug)	**Cserjés/ bozótos**	**Gyepterület**	**Szántó**	**Teljes**
	0,815	0,3264	0,877	0,687

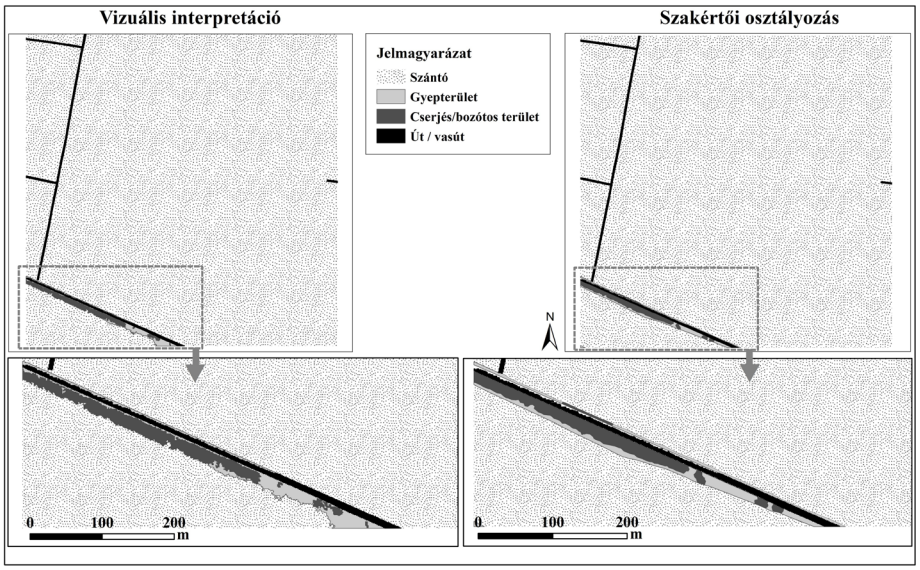
A vonalas elemek elkülönítését leginkább az nehezítette, hogy valamely más típusú objektum megszakítja azokat, pl. lombkorona takarása, akár annak árnyéka, amely spektrális jellemzői miatt élesen eltér tőlük, így futásvonaluk gyakran megszakad még az alacsonyabb hierarchiaszinteken is. A vonalas elemeket emiatt nem osztályoztuk, hanem az azok által lefedett képrészletet maszkoltuk. Így a vonalas elemek a pontosságvizsgálatban nem jelennek meg, a hibamátrixot csak a fennmaradó területekre állítottuk fel.

A szántóterületek lehatárolása – amelyek a vizsgált tájablakokban domináns felszínborítási típusként jelentek meg – a szegmentálás során a magasabb hierarchiaszinteken sem okozott problémát, ám a gyepterületekkel mutatott spektrális hasonlóság ez esetben is keveredést eredményezett az osztályozás során. A szántó- és erdőfoltok sajátossága volt az igen heterogén megjelenés, amely még e két típus keveredését is eredményezte bizonyos esetekben, ám az alaki és a kompaktsági tényezők bevonásával jól elkülöníthetővé váltak. Az egyedülálló fák vagy kisebb facsoportok izolálása azonban csak a legalacsonyabb – pixel – szinten volt lehetséges, ugyanis ezek méretüknél fogva 1 méteres felbontás mellett nem alkotnak jelentős kiterjedésű objektumokat (*2. és 3. ábra*). E két felszínborítási típus magas (0,8 feletti) egyezőségi indexet mutatott.

Összességében elmondható, hogy a teljes tájablakra számolt Kappa egyezőségi indexek alapján a többfázisú szegmentálás és a szakértői osztályozás alkalmas lehet a nagy pontosságú felszínborítási térképek előállítására. Vizsgálatunkkal rámutattunk az objektum alapú képfeldolgozásban rejlő



2. ábra A hortobágyi tájablak felszínborítása a számítógép-képernyőn vektorizálás és vizuális interpretáció, illetve a szakértői osztályozás alapján (a jelentősebb különbségek kiemelésével).



3. ábra A tiszazugi tájablak felszínborítása a számítógép-képernyőn vektorizálás és vizuális interpretáció, illetve a szakértői osztályozás alapján (a jelentősebb különbségek kiemelésével).

lehetőségekre, amelyek megfelelő eredményekkel segíthetik a felszínborítás jellemzését, és ezáltal a tájvédelmi, tájtervezési feladatok előkészítését, megvalósítását.

Összefoglalás

Két alföldi kistájon véletlenszerűen kiválasztott egy négyzetkilométeres tájablakok felszínborítását vizsgáltuk objektum alapú képfeldolgozással, valamint számítógép-képernyő előtti vektorizálással és vizuális interpretációval. A szakértői osztályozás, illetve a vizuális interpretáció eredményeinek nagy arányú egyezősége a módszer hatékonyságát jelzi. Ám világosan kitűnik, hogy az emberi döntési folyamat bevonása a hatékonyság növelése érdekében nem kerülhető meg, hiszen az a szakértői osztályozásnak is fontos részét képezi.

Felhasznált irodalom

Baatz, M.–Schäpe, A. (1999): Object-oriented and multi-scale image analysis in semantic network. In: Processing of the 2nd International Symposium on Operationalization of Remote Sensing. 16-20 August 1999, Enschede, 7 p.

http://www.ecognition.com/sites/default/files/409_itc1999.pdf (letöltve: 2015. március 2.)

Bata T.–Mezősi G.– eyer, B. (2014): Landscape Units For Hungary Using Multiresolution Segmentation Of Geo-Data And Fuzzy Analysis. Carpathian Journal Of Earth And Environmental Sciences 9 (2), 45−56.

Blaschke, T.–Johansen, K.–Tiede, D. (2011): Object based image analysis for vegetation mapping and monitoring. In: Qihao, W. (ed.): Advances in Environmental Remote Sensing: Sensors, Algorithms and Applications. CRC Press, Boca Raton, pp. 241−271.

Benz, U.–Hofmann, P.–Willhauck, G.–Lingenfelder, I.–Heynen, M. (2004): Multiresolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 58 (3–4), 239–258.

Beyer, H.L. (2004): Hawth's Analysis Tools for ArcGIS. http://www.spatialecology.com/htools (letöltés: 2015. február 17.)

Burai P.–Deák B., Valkó O.–Tomor T. (2015): Classification of herbaceous vegetation using airborne hyperspectral imagery remote. Remote Sensing 7 (2), 2046–2066. http://www.mdpi.com/2072-4292/7/2/2046 (letöltés: 2015. március 7.)

Cohen, J. (1960): A coefficient of agreement for nominal scales. Educational and Psyhological Measurement. 20 (1), 37–46.

Congalton, R.–Mead, R. A. (1983): A quantitative method to test for consistency and correctness in photointerpretation Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 49 (1), 69–74.

Czimber K. (2009): Új, általános célú képosztályozó kifejlesztése nagyfelbontású, textúrával

rendelkező digitális képek feldolgozására. Geomatikai Közlemények XII., 249–258.

Cserhalmi D.–Nagy J.–Neidert D.–Kristóf D. (2010): The reconstruction of vegetation change in Nyíres-tó mire (NE Hungary): An image-segmentation study. Acta Botanica Hungarica 52 (1–2), 89–102.

Dövényi Z. (szerk.) (2010): Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 876 p.

Jakucs P.–Keresztesi Z.–Marosi S.–Pécsi M.–Somogyi S. (1989): Tájtípusok. In: Pécsi M. et al. (szerk.): Magyarország nemzeti atlasza. MTA FKI – Kartográfiai Vállalat, Budapest, pp. 90–91.

Kollár Sz.–Vekerdy Z.–Márkus B. (2011): Forest habitat change dynamics in a riparian wetland. Procedia Environmental Sciences 7, 371−376.

Kristóf D. (2005): Távérzékelési módszerek a környezetgazdálkodásban. Doktori értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő, 146 p.

Pécsi M. et al. (szerk.) 1989: Magyarország nemzeti atlasza. MTA FKI – Kartográfiai Vállalat, Budapest, pp. 25–92.

Verőné Wojtaszek M.–Ronczyk L. (2012): Object-based classification of urban land cover extraction using high spatial resolution imagery. In: Neményi M., Heil B. (szerk.): The Impact of Urbanization, Industrial, Agricultural and Forest Technologies on the Natural Environment. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, pp. 171−181.

A GIS model developed for the classification of urban areas – New directions, application possibilities –

Zita Bognár

PhD-student, PTE TTK FDI, bognarzi@gamma.ttk.pte.hu

Abstract: The method, which will be represented in this study, was created in 2006. Applying this method Hungarian towns and cities have been examined with GIS softwares on the basis of the residents' opinion. This method makes possible to model the city residents' assessments on their place of residence. In the recent study these settlement researches will be highlighted from a new viewpoint. Now the results and the application possibilities of the experiments come to focus. How could the results be transformed in such form, in which experts, local administrative leaders or urbanists can use them in practice? This paper is rather a discussion, proposes new directions, composes questions, which have to be answered in the future. The city, on whose example the results will be shown, is Székesfehérvár.

Introduction

Applying GIS techniques like computer-aided evaluation makes possible to set enormous databases for quantitative analyses and to make evaluation faster, more effective as well as more cost-effective (Demeter, G.–Szabó, SZ. 2008). So it was not accidental that GIS was firstly used in the field of traffic and transportation, and was applied to support the more powerful operation of settlements. In this paper the goal is to show an example, how useful GIS could be in settlement analyses.

The method of this GIS research was firstly used on the area of Pécs (Gyenizse P. et al. 2008, Gyenizse P. 2009, Ronczk L.–Trócsányi A. 2006). The inhabited areas of the city was examined based on social claims. The main goal was to model the opinion of the population about the residential areas.

The residential environment has great influence on the quality of life. It contributes to the residents' well-being, forms their mood, and also has effect on their health. According to Gálosi–Kovács B. (2013) the high-grade residential density (the extermination of the vegetation, the busier traffic, and as a consequence the higher noise and air pollution) contributes to the increasing of the frequency of neurosis and certain psychosomatic illnesses (high blood-pressure, ulcers). The non-adequate spatial separation of the residential and the recreational areas from the polluting sources (e.g. industry plants, cleaning plants, agricultural plants) causes specific problems. The importance of surveying the quality of residential environment is unquestionable.

Materials and methods

The questionnaire

The theoretical base of the investigation is collecting all of the residential preferences and assessing the city area by applying them. With the results the objective residential opinion on the city parts can be represented. The collecting of the residential preferences was carried out with the help of a questionnaire. 2 per thousand of the population was asked to assess 26 factors with scores. (*table 1*) Scores were determined according to the order of preference as follows: -2 (strongly disadvantageous), -1 (slightly disadvantageous), 0 (indifferent), 1 (beneficial), 2 (really attractive). Solely due to psychological concerns, negative numbers were involved in the survey.

Among the scores there were six, which related to the physical conditions of the single residential buildings. These were the followings: building material: brick (adobe, gas concrete) or ferroconcrete; availability of public utilities (electricity, plumbing, sewerage); the type of the heating: distance (central) heating or individual heating; needs for architectural and mechanical renewal and own backyard.

There were twenty other factors, which had effect on wider area. In these cases the question was whether the respondents would live near these objects or not. How attractive or repulsive would the proximity of these objects be, if they choose a new property to move in. Five objects applied to the transportation: proximity of bus stops; proximity of local bus terminal; proximity of highways of heavy traffic; proximity of train station and proximity of railroad. Four factors had educational and cultural relations: proximity of daycares, kindergartens, elementary, middle and high schools; proximity of college or university campuses; proximity of churches; proximity of downtown areas. With five objects we surveyed how important the proximity of commercial facilities would be in case of moving. The respondents assessed the proximity of large grocery chains and farmer markets; the proximity of hypermarkets and superstores; the proximity of technical, decorator, furnisher, DIY and gardening superstores and drug stores; the proximity of shopping malls and the proximity of large restaurants and eateries. The recreation parks, sport and health care facilities are one of the most important things, which influence the residents' living standards. They formed another group.

A separate class was created for the industry and general environment, in which the factors were rather disadvantageous. Here could be assessed the proximity of industrial plants and parks, the proximity of air pollution, noise

and stink sources and the proximity of residential groups of disadvantageous and low-income social status.

In *Column 3 in Table 1* distance values are also shown. It means range. In case of attractive factor the question was: which is the longest distance are people willing to take from their home to reach this factor. If the object is repulsive: which is the radius, outside of which the factor does not have effect on people yet. In this paper we use experts' opinion. These values reflect 8 geographers/urban scientists, GIS experts and local administrative leaders' viewpoints.

Processing the results of the questionnaire

At first the results of the questionnaire had to be converted in such form, in which they could be used in geoinformatic analyses. After the summation of scores the values were between -400 and +400 in case of each factor. They had to be simplified so as to could be managed easier. So they needed to be transformed into percentile form. Then with dividing them by 10 the values were between -10 and +10 percentage. After it the GIS representation of the results succeeded.

Firstly, all of the residential buildings and all of the objects – which are seen in the questionnaire (*table 1*) – of Székesfehérvár had to be digitised. Different sources were used: the employed base map was the administrative map with EOV projection system with a scale of 1 to 10,000. The actualization of the older maps was carried out by the Google Earth satellite images. The point, line and polygon objects were digitised in ArcGIS software. At the end 26 separate GIS layer were created.

The rasterization of these layers in Idrisi software followed this step. In case of the six factors, which related to the physical conditions of the single residential buildings, the value of the area of objects was reclassified with the relevant derived result of the questionnaire (*column 2 Table 1*). The other areas of the layer got 0 point.

Representing the objects with range was a more complicated process. Firstly such layers were created, where the area of the object got maximum score (255), and moving away from there the values of pixels reduced linear till the boundary of the range. Those pixels which were at the boundary of the range or outside of that got minimum value (0). After that we reclassified these values with the result of the questionnaire. The area of the objects got the positive or negative values, which were shown in *column 2 in Table 1*. In case of attractive factors the values of pixels reduced, in case of repulsive

table 1 The results of the questionnaire

Studied factors	**Relative score**	**Experts' review, longest distance (m)**
Property attributes		
1. Building material: brick (adobe, gas concrete)	4.6	–
2. Availability of public utilities (electricity, plumbing, sewerage)	8.8	–
3. Heating: distance (central) heating	5.5	–
Individual heating	7.3	–
4. Needs for architectural and mechanical renewal	-3.6	–
5. Own backyard	5.9	–
Transportation		
6. Proximity of bus stops	6.2	500
7. Proximity of local bus terminal	3.4	2000
8. Proximity of highways of heavy traffic	-2.4	500
9. Proximity of train station	-0.2	500
10. Proximity of railroad	-2.2	500
Education and culture		
11. Proximity of daycares, kindergartens, elementary, middle and high schools	3.9	1000
12. Proximity of college or university campuses	2.1	2000
13. Proximity of churches	1.4	1000
14. Proximity of downtown areas	4.5	10000
Commercial facilities		
15. Proximity of large grocery chains and farmer markets	6.2	1000
16. Proximity of hypermarkets and superstores	3.4	1000
17. Proximity of technical, decorator, furnisher, DIY and gardening superstores and drug stores	1.1	1000
18. Proximity of shopping malls	0.9	10000
19. Proximity of large restaurants and eateries	1.1	1000
Recreation, sport and health care		
20. Proximity of recreational parks	7.1	1000
21. Proximity of sport facilities (including aquatic)	5.9	1000
22. Proximity of hospitals and health care centers	5.4	10000
Industry and general environment		
23. Proximity of industrial plants and parks	-6.1	500
24. Proximity of air pollution, noise and stink sources	-7.4	1000
25. Proximity of residential groups of disadvantageous and low-income social status	-6.7	1500

factors the values of pixels increased to zero from the area of the object to the boundary of the range.

So 26 layers were created, which had to be summarized in the next step. As the inhabited areas of the examined city were previously digitised, we could multiplied it with the final layer, which aggregated the results. (*Fig. 1.)* The average of scores referring to city quarters were computed, too. With this step the areas which were not populated – for example the industrial areas – could be missed, otherwise they would have modified the results in wrong direction.

On the *Fig. 1* it can be seen that Szedreskert, Víziváros, Belváros have the highest relative scores. The northern part of Vasút környéke and Búrtelep disctricts also have high scores. In general it can be said that the residents' prefer those parts of Székesfehérvár which are situated close to the city centre.

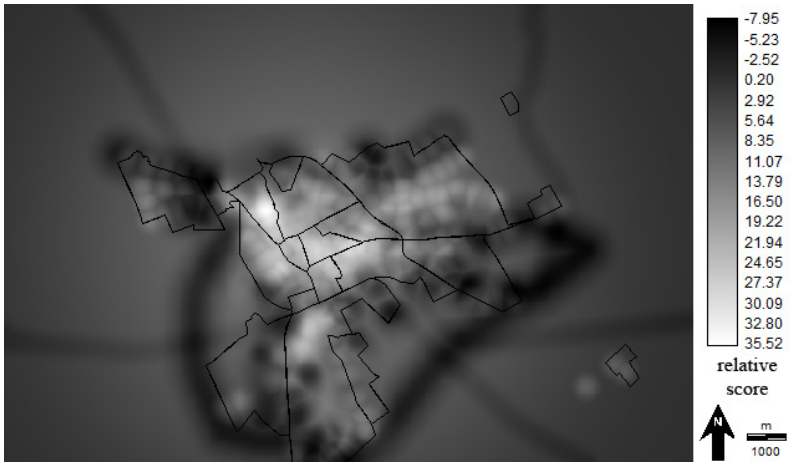


Fig. 1 The social assessment of Székesfehérvár based on the opinion of respondents (Z. Bognár 2015)

Inside of these areas that properties are especially attractive, which have own backyard. The outer parts of the city got relatively low scores, for example Feketehegy, Szárazrét and some parts of Öreghegy and Ráchegy.

The application possibilities of the results

In this chapter I look for application possibilities. The main goal was to create concrete results, which could be given to the local administrative leaders. Such results which are obvious, and applying them the assessment of the single city parts could be repaired, and the value of the areas, which have relatively low scores, could be increased.

Firstly, I started out from the lack of positive factors. It means that the object, whose proximity the residents assessed as attractive factor, did not have any effect in the low-scored areas. I selected the attractive factors which could influence the result. I have to emphasize that I did not take into consideration the factors which related to the physical conditions of the property (t*he first six factors in Table 1*), because these elements cannot be changed. There were five factors whose assessments were extremely good: the bus stops, the large grocery chains and farmer markets, the recreational parks, the sport facilities (including aquatic) and the hospitals, health care centers. All of these objects got higher than 5 points. After it I examined these factors separately. I created such GIS layers which showed those inhabited areas, on which the single attractive factor did not have effect, i.e. where the value of pixels was zero. (*Fig. 2*)

I found out that as the range of the hospitals and health care centres was 10.000 metres, this object had effect on all of the inhabited areas. So the location of the mentioned factor is satisfying.

In case of the bus stops some small patches could be found, which had zero value, especially in Maroshegy. If we take into consideration that the range of a bus stop is a circle with a radius of 500 metres, the area on which a bus stop have influence is 78,5 ha. Examining the 0-valued areas they are so small, that it is not worth placing a new bus stop here in my opinion.

The distribution of the large grocery chains and farmer markets is not equable. Unfortunately in the outer city parts I could hardly find any. The largest 0-valued areas are situated in Öreghegy, Feketehegy and Maroshegy. The range of this object is 1000 metres, so this kind of shop has influence on 314 ha. In Maroshegy there was a patch of 375,5 ha, where if a new object would be placed, the 0-valued areas would definitely decrease.

I found the most lack in case of parks and sport facilities. Very spacious 0-valued areas could be seen in the outer city parts. Moreover in case of the sport facilities in Felsőváros and Almássy-telep, too. Otherwise these objects got the highest relative scores among the factors, which had range. So they are extremely important for the residents of Székesfehérvár. But this result (*Fig. 2*) could be misleading. Because on the one hand in those city parts, where most of the properties have own backyard, the social need of parks and green spaces is different. Maybe the residents of the green belt would assess their residential environment otherwise in case of this factor. It is necessary to examine it more thoroughly. On the other hand setting out from the situation of these areas, these residents can reach the non-urban area much easier. Thirdly

I did not take into consideration the playgrounds, which would considerably increase the relative scores of these areas in my opinion.

Summarizing these statements I do not think that the lack of the positive factors caused the low scores. I created a GIS layer from *Fig. 1*, which showed just those areas which did not reach 0 relative score. (*Fig. 3*) This figure draws accurately the range of some of the highways of heavy traffic. The repulsive influence of the proximity of industrial plants is also outlined. And starting out from the aforementioned two factors they double their negative effect, because they contribute to the higher air pollution, too. So two of the most strongly disadvantageous factors are represented in the *Fig. 3*. The proximity of residential groups of disadvantageous and low-income social status also decreases the scores in these areas. We need to examine more profoundly the extent the disadvantageous factors contribute to the low scores.

Conclusions

We can establish that rather the addition of strongly disadvantageous objects cause the relatively low scores. However these objects cannot

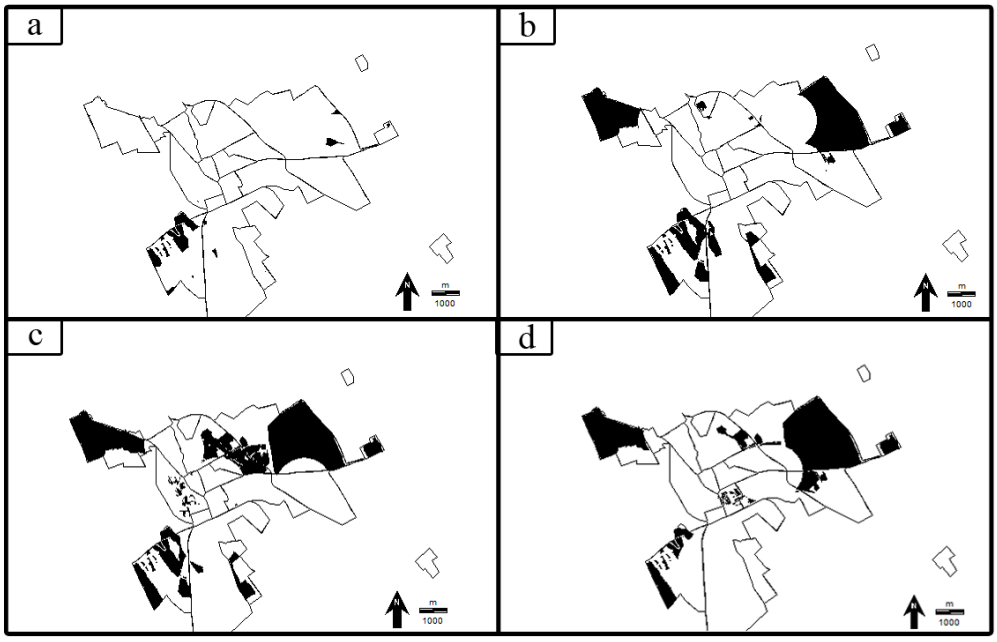


Fig. 2. a: lack of bus stops, b: lack of large grocery chains and farmer markets, c: lack of sport facilities (including aquatic), d: lack of recreational parks (Z. Bognár 2015)



Fig. 3. The areas which do not reach 0 relative score (derived from Fig. 1) (Z. Bognár 2015)

be changed. The only thing the local administrative leaders could do is to decrease the repulsive influence of these factors. For example create green spaces around the larger and polluter industry plants, and highways of heavy traffic, or oblige the leaders of the plants to cut their emission and to contribute to create a greener city.

References

Demeter, G.–Szabó, Sz (2008): Identifying lithological features using morphometric parameters derived from DEM, Acta Geographica ac geologica et meteorologica Debrecina, Debrecen, 105. p.

Gálosi-Kovács B.–Reményi P. (2013): A környezet és a lakosság egészségi állapotának kapcsolata Magyarországon–Területfejlesztés És Innováció, 7.évf., 1. szám pp.11-23.

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. (2009): Geoinformatikai vizsgálatok Pécsett - Pécs településfejlődésre ható természeti és társadalmi hatások vizsgálata geoinformatikai módszerekkel, IDResearch Kft. Publikon Kiadó, Pécs.

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.

POSZTEREK

Creating a noise pollution map of Sopron city

Andrea Pődör[1] – Shukhrat Shokirov[2] – Ilhom Abdurahmanov[3] – Aizhan Narieva[4] – Gulden Ormanova[5]

[1] Department of Geonfomation Sciences, University of West Hungary, pa@geo.info.hu
[2] MSc student, Department of Surveying and Remote Sensing, University of West Hungary, shukhrat811@gmail.com
[3] MSc student, Department of Surveying and Remote Sensing, University of West Hungary, ilhom.isakovich@gmail.com
[4] MSc student, Department of Surveying and Remote Sensing, University of West Hungary, aizhan.narieva@gmail.com
[5] MSc student, Department of Surveying and Remote Sensing, University of West Hungary, golden.kaznu@gmail.com

Introduction

Development of science and technology insures the comfortable life

Introduction

Development of science and technology insures the comfortable life of human being, but at the same time it may cause several health problems. Noise pollution is one of the most important problems that cities facing in the last three decades. Excessive noise causes high stress, sleep disturbance, hearing loss and other illnesses which affect psychological and physical health of people.

This study represents measuring noise and making noise map of Sopron city which can be applied for measures to protect people and environment from noise pollution.

Objectives

The purpose of this study is to measure noise signals caused by transports, machines, factories, constructions, crowded people and others, and to create a noise map of Sopron city.

Methods

- Normal day and evening rush hours were selected in order to identify normal and maximum noise level of the city (from 10 am to 1 pm (normal level), from 5 pm to 7 pm (maximum level)) in working days
- Tourist map was used to plan and follow measurement points
- Mobile phone with noise measurement application was used to measure noise
- Trimble Juno SB handheld GPS was used to identify coordinates of measured points and record noise data
- Double measurement carried out for normal and rush hours at the same points (around 300 points)
- Files imported to ArcMap 10.2 and spatial interpolation techniques were used to make a map

Outcomes

- Measured normal day and rush hour noise and coordinates of around 300 points of Sopron
- Created 2D and 3D representation of noise pollution of the city
- Highlighted more and less polluted places which can be useful for administration and population of the city

Development of Advanced Education in Geoinformatics for Enabling Sustainable Development in Uzbekistan

Andrea Pődör[1] – Bela Márkus[2] – Odil Akbarov[3]

[1] Óbuda University Alba Regia Technical Faculty, podor.andrea@amk.uni-obuda-hu;
[2] Department ofGgeonfomation Sciences, University of West Hungary, mb@geo.info.hu;
[3] coordinator, Tashkent Institute of Irrigation and Melioration (TIIM), odilxon@yahoo.com;

Uzbekistan faces many problems which can be more effectively handled with the help of GIS: In municipality level GIS is powerful tool for decision making in national development and poverty reduction strategies; a coordinated and effective response to natural hazards. In supporting the sustainable development with the support of EU TEMPUS program a development of a new MSc program started with the coordination of UWH GEO.

Objectives of the program:

- to develop a successful MSc in Geoinformatics,
- to ensure that there will be qualified staff available for course delivery by organizing train-the-teachers
- to ensure the universities are adequate equipments for GIS/geodesy teaching by buying geodetic equipment and GIS laboratories
- to ensure the sustainability of the educational environment with building a sustainable educational network.

Miles stones od the project: (http://elearn.geoinformatics.uz/)

- Needs (as-is) analysis
- Definition of new curriculum
- Lesson level descriptions in English
- 8 Modules development in Uzbek
- Implementation of Learning Management System
- Quality Manual development
- Installation of 4 computer labs
- Purchase of data acquisition equipment
- Field course on use of new technologies
- Accreditation/Licensing
- Testing in a pilot course
- and refinement
- Recruitment of MSc students
- Pilot course delivery
- Final version in Uzbek
- of the 8 modules0
- Study tour on Quality Assurance
- International conference :**GISCA 2015 "Geoinformatics – enabling sustainable development: from global to local challenges**

DAT adatcsere-állományok kezelése nyílt forráskódú eszközökkel

Nagy Gábor

Óbudai Egyetem, Alba Regia Műszaki Kar, Geoinformatikai Intézet, nagy.gabor@amk.uni-obuda.hu

Hazánkban a digitális földmérési alaptérkép a DAT szabályzat szerint

készül. A szabályzatban meghatározzák a térkép tárolására használt adatbázis szerkezetét és ehhez kapcsolódóan egy szöveges adatcsere-formátumot is.

A földhivatalok a térképi adatokat ebben az adatcsere-formátumban szolgáltatják, ezért ha ezt megjeleníteni vagy kezelni szeretnénk valamilyen programban, akkor előzőleg az adott szoftver által támogatott formátumba kell alakítani. Mivel a DAT egy kizárólag Magyarországon, az ingatlan-nyilvántartási térképpel kapcsolatos adatcserében használt formátum, a szokásos adatkonverziós eszközök (mint például a nyílt forráskódú szoftverek közül a GDAL és az OGR) nem támogatják, kezelése külön fejlesztést igényel.

A bemutatott, a szerző által fejlesztett programokkal a DAT állományokat többek között PostGIS vagy SpatiaLite adatbázisokba lehet feltölteni, amelyeket a továbbiakban már sokféle eszközzel meg lehet jeleníteni. A fejlesztések központi része egy olyan Python modul, amelyet más alkalmazásokban is egyszerűen hasznosítani lehet.

A programok parancssorból használhatóak, a grafikus felület fejlesztése és az integrálás különféle nyílt forráskódú térinformatikai programokba (például a QGIS) a jövőbeli tervek között szerepel.

A program elérhető a következő címen:

http://http://w3.geo.info.hu/~ng/datkonv/

Geo4All

Siki Zoltán

adjunktus, BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék, siki.zoltan@epito.bme.hu

Tanszékünk 2014 őszén csatlakozott a "Geo For All" kezdeményezéséhez, mely a nyílt forráskódú térinformatikai szoftverek oktatására és ezekkel kapcsolatos kutatásokra szakosodott világhálózat. A kezdeményezés mögött három szervezet áll, az OSGeo (Open Source Geospatial Foundation), az ICA (International Cartographic Association) és az ISPRS (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing).

A nyílt forráskódú térinformatikai alkalmazások szélesebb körű elterjedésével egyre nagyobb igény mutatkozik az ezekkel kapcsolatos oktatásra. Az ICA-OSGeo laborok 2001. évi elindulása óta napjainkig 93 labor csatlakozott a hálózathoz világszerte. Magyarországról az Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar Geoinformatikai Intézete és a Budapesti Műszaki

Egyetem Általános- és Felsőgeodézia Tanszéke tagja az együttműködésnek.

Tanszékünk ezt megelőzően is intenzíven foglalkozott a nyílt forráskódú térinformatikai programok oktatásával és alkalmazásával, elsősorban a posztgraduális képzésekhez kapcsolódóan. A labor létrehozása óta rövid (4-8 órás) tanfolyamokat is hirdetünk egyes konkrét szoftverekkel kapcsolatban. Elsősorban az OSGeo alapítvány által támogatott programokat vonjuk be az oktatásba (QGIS, GRASS GIS, PostGIS, MapServer, OpenLayers). Emellett 2013 óta évente megszervezzük a hazai felhasználók, fejlesztők és érdeklődők egy napos találkozóját, a FOSS4G.HU (ejtsd: Foszforgézúúúúú) munkaértekezleteket (http://foss4g.hu). Elsősorban a hazai térinformatikai konferenciákon (gita, Debreceni Térinformatika Konferencia) előadásokkal, workshopok tartásával népszerűsítjük a nyílt forráskódú szoftvereket.

A kialakított laborhoz kapcsolódó kutatási tevékenység első eredménye, hogy a tanszék munkatársai létrehozták és a nyilvánossá tették a Magyarországon használt EOV és az európai referencia rendszer (ETRS89) közötti, a Proj.4 könyvtárra alapozott, centiméteres megbízhatóságú átszámítást, amelynek nagy előnye, hogy a megoldás egyszerűen használható a nyílt forráskódú programokból. Emellett pontok akár tömeges átszámítására egy internetes szolgáltatást alakítottunk ki (http://www.agt.bme.hu/on_line/etrs2eov/).

A tanszéken egy nyílt forráskódú projekt fejlesztését is elindítottuk, mely robot mérőállomások és egyéb helymeghatározásra alkalmas szenzorok vezérlésére alkalmazható, valamint a mérési eredmények internetes térkép alapú publikálására (http://www.agt.bme.hu/ulyxes). A fejlesztésbe rendszeresen bekapcsolódnak TDK dolgozatot vagy diplomatervet készítő diákok is. Az utóbbi időben a beltéri navigáció és a kép illetve videó feldolgozás irányában indultak el a fejlesztések

Tanszékünk honlapján a nyílt forráskódú térinformatikai szoftverekhez kapcsolódó, magyar nyelvű oktatóanyagok folyamatosan bővülő készlete érhető el. Ezeket egyrészt tanszéki kollégáink, diákjaink, másrészt külsős kollégák készítették. A magyar oktatóanyagok mellett a szoftverek magyarításában is részt veszünk.

A nemzetközi hálózatba elsősorban a FOSS4G Europe (korábban FOSS4G CEE) konferenciánkon keresztül kapcsolódunk.

A nyílt forráskódú térinformatikai szoftverek mit sem érnek adatok nélkül, ezért igyekszünk a hazai szűkös nyílt adat lehetőségekre felhívni a figyelmet. Ezzel kapcsolatban indítottuk el az EU-DEM WMS szolgáltatásunkat (http://www.agt.bme.hu/gis/wms/gmap.php?config=eudem).

A szélenergia potenciál becslés pontosságát befolyásoló szélprofilok vizsgálata távérzékelt adatok alapján

Lázár István[1] – Szegedi Sándor[2] – Tóth Tamás[3] –
Zakkar Gabriella[4] – Papp László[5]

[1] egyetemi tanársegéd, Debreceni Egyetem, Meteorológiai Tanszék, lazar.istvan@science.unideb.hu;
[2] egyetemi docens, Debreceni Egyetem, Meteorológiai Tanszék, szegedi.sandor@science.unideb.hu
[3] egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem, Meteorológiai Tanszék, toth.tamas@science.unideb.hu
[4] zakkar.gabrilla@gmail.com
[5] papplaci1990@gmail.com

A szélenergetikai beruházások egyik legfontosabb eleme az adott helyszín szélpotenciáljának lehető leg-pontosabb becslése, az anyagi kockázat, megtérülés időtartamának minimalizálása érdekében. A beruházá-sokat megelőző időszakban a potenciál becsléséhez szükséges adatok rögzítése történik, amely több mó-don is lehetséges. A leggyakrabban ilyen adatgyűjtés oszlopra szerelt kanalas anemométerek segítségével történik. Ezeket a mérőeszközöket legalább két, vagy ennél több szinten helyezik el a szélprofil meghatá-rozására érdekében. A több szinten mért sebesség értékekből lehetőség nyílik magasabb térrészek szélse-bességeinek extrapolációjára. Ez a módszer csak bizonyos hibahatár mellett értelmezhető helyes adatnak, ami jelentős különbségeket jelenthet a megtermelt energiamennyiségben, ezzel pedig meghosszabbítva a megtérülés idejét (veszélyeztetheti az egész beruházást). A másik adatgyűjtési lehetőség olyan távérzékelé-si eszközök alkalmazása – jelen esetben SODAR – mely a talajszinttől számított több száz méteres magas-ságig szolgáltat szélsebesség és szélirány adatokat. A fent említett két módszer összehasonlítását tűztük ki célul, mennyire pontosak a bemutatott módszerek, illetve, hogy eltérő kiértékelési módszerek milyen potenciálváltozást okozhatnak. A mérőpont közvetlen környezete, felszínborítás és a tereptárgyak mérete nem csak a felszín közeli szélsebességet befolyásolja, hanem magasabb térrészekét is, így közvetlen hatást gyakorol a potenciálra és a termelésre is.

Az eltérő időszakok érdesség értékének pontos meghatározása, az éven belüli változása kiemelt fontossággal bír az energetikai becsléseknél, ezért több különböző szintből származtatott érdességi együtt-hatót vettünk össze.

A szél sebességének és az érdességi érték napon belüli változása a napi menetrend elkészítésének legfon-tosabb eleme. Az napi és éves meneten belüli termelési és fogyasztási hullámhegyek és hullámvölgyek váltakozása

és ezek amplitúdójának ismerete nélkül a gerinchálózatra való táplálás nem valósulhat meg, ugyanis a hálózat csak kis mértékben képes elviselni a termelt energiamennyiség ingadozásait. A napi illetve éves szélsebesség menetrendet vizsgálatának eredményeképpen lehatárolhatók azon időszakok, amikor az átlagosnál kevesebb illetve több energia táplálható a hálózatra.

Földmegfigyelési adatok alkalmazása biomassza mennyiségi becslésére

Fülöp Györk[1] – Bakó Gábor[2] – Sárközi Edit[3]

[1] fejlesztési menedzser, projektvezető, Geoadat Szolgáltató Kft., gyfulop@geoadat.hu
[2] fejlesztő mérnök, Geoadat Szolgáltató Kft, gbako@geoadat.hu
[3] fejlesztő mérnök, Geoadat Szolgáltató Kft., esarkozi@geoadat.hu

Kutatásunkban az energetikai célra felhasználható fásszárú vegetációk felderítését, azonosítását, lehatárolását, mennyiségi és időbeli becslését tűztük ki célul. Feladatunk egy korábbi szakaszban felderített biomassza területeken spontán módon – ellenőrizetlenül – felnövekvő fás biomassza mennyiségi becslése volt műholdas távérzékelt adatokkal. Célunk, hogy megtaláljuk megfelelő hozzárendelést a digitális formátumú távérzékelt adatok és a helyszínen fellelhető biomassza mennyiségek attro tonnában kifejezett mérőszámai között, majd a kapott eredményt más, egyéb területeken is alkalmazzuk.

A tanulmány során kidolgoztunk egy numerikus becslési modellt, amely helyszínelési adatok felhasználásával folyamatos iteráció mellett fejleszthető tovább. A tanulmány részletezi a modell teszt-alkalmazását is. A bemutatott modell a több esetben káros tájhasználat-változás pozitív hatásait számszerűsíti és teszi lehetővé azok fejlesztési célú felhasználását – így a „gyom” energiaforrássá válhat.

A projektet az EUREKA Program és projektpartnerként az NKFIA támogatja (E!7651 EUREKA_HU_121-2012-0042 NKFIA).

Dél-nyírségi felszínformák morfometriai elemzése domborzatmodell alapján

Andrási Bence

hallgató, DE-TTK Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, andrasibence.geo@gmail.com

A Nyírség az ÉK-i Kárpátokból lefolyó folyók hordalékkúpján alakult ki. Kiemelkedésének hatására a rajta keresztül vágó folyamok irányt változtattak, melynek következtében a terület fokozatosan vízmentessé vált. Ezt követően a táj felszínformálásában a szél játszott fontos szerepet, és alakította ki a Nyírség mai arculatát jelenleg is meghatározó eolikus felszíni formákat.

Felszínének északi része közepes magasságú, tagolt síkság, ahol széles sávban alakultak ki szélbarázdák, kisebb deflációs laposok. A terület déli része vertikálisan kevésbé, horizontálisan jobban tagolt hullámos síkság. Ezen a részén nagyméretű parabola-és szegélybuckák a jellemző felszínformák. A felszínt ÉÉK-DDNy-i csapású völgyek tagolják, a lejtésirány D-DNy-i.

Célul tűztem ki, hogy digitális domborzatmodell segítségével megvizsgáljam a terület morfometria sajátosságait. A domborzatmodellt az általam rektifikált szintvonalas állományból készítettem el, mely alapját 1:10000-es méretarányú EOTR szelvények képezték. Az elemzés során keresztmetszeteket, illetve kitettségi és lejtőkategória térképeket készítettem.

Energiatérképezés az Egri modellrégióban

Piskóti-Kovács Zsuzsa[1] – Molják Sándor[2]

[1] kutatási menedzser, Eszterházy Károly Főiskola, Innorégió Tudásközpont, piskotizsuzsa@ektf.hu;
[2] kutatási asszisztens, Eszterházy Károly Főiskola, Innorégió Tudásközpont, mosanyi@gmail.com

Abstract: There are several Articles among international literature dealing with energy consumption at higher spatial scale, but there are less, which consider it at lower scale using the advantages of GIS. Concerning energy modelling two main approaches of energy models can be distinguished: the "top-down" and the "bottom-up" approaches (SWAN, L. G. – ISMET UGURSAL, V. 2009). To create an energy map in Eger model region, the "bottom-up" approach was implemented. Consequently a detailed GIS database in building level was created to visualize the energy demand of heated buildings. The poster demonstrates the energy map creating process. The energy map is available on the website of Innoregion Knowledge Centre based on WebGIS (www.innoregio.uni-eger.hu).

A poszter célja bemutatni azt az eljárást, melynek segítségével elkészítettük az Egri modellrégió településeinek épületszintű energiafogyasztási térképeit. A kutatást az Eszterházy Károly Főiskola és a Bástya Építész Kft. munkatársai valósították meg a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0016 projekt keretében. A kutatási területet Eger és a vonzáskörzetében lévő 22 település képezte. A kutatás egyik fő célkitűzése a fűtött ingatlanokat tartalmazó területek energiafogyasztási jellemzőinek térképi ábrázolása volt.

Az energiatérkép készítésének feltétele volt egy térinformatikai adatbázis kialakítása. Az adatbázis két fő részből tevődött össze: a kataszterei térképekből, illetve az energatikai leíró adatokból. A térképes állományt a Nemzeti Kataszteri Program Kft-től vásároltuk meg, ez biztosított információt az épületek alapterületéről. Az energetikai adatok forrását saját adatgyűjtés képezte, melynek részeként meghatározásra került 25 lakóépület, 27 középület, 6 ipari-üzemi és 12 egyedi épülettípus. Az egyes csoportok kialakítása az épületek építési ideje és az energiafogyasztásukat meghatározó paraméterek alapján valósult meg. Az egyes osztályokhoz mért adatokon alapuló energiafogyasztási adatok tartoztak. Következő lépésként szükséges volt a modellrégió fűtött épületállományát besorolni a kialakított osztályokba, illetve meghatározni az épületek szintszámát. Ezen adatokat terepi felvételezés segítségével gyűjtöttük össze. Az adatbázis birtokában kidolgozásra került egy olyan algoritmus, melynek segítségével négy területi szinten (épület, telek, energiatömb, település) jeleníthető meg az épületek energiaigénye és megtakarítási potenciálja.

Swan, L. G. – Ismet Ugursal, V.(2009): Modeling of end-use energy consumption in the residential sector: a review of modeling techniques, Renewable and Sustainable Energy Reviews 13 (8) pp. 1819-1835.

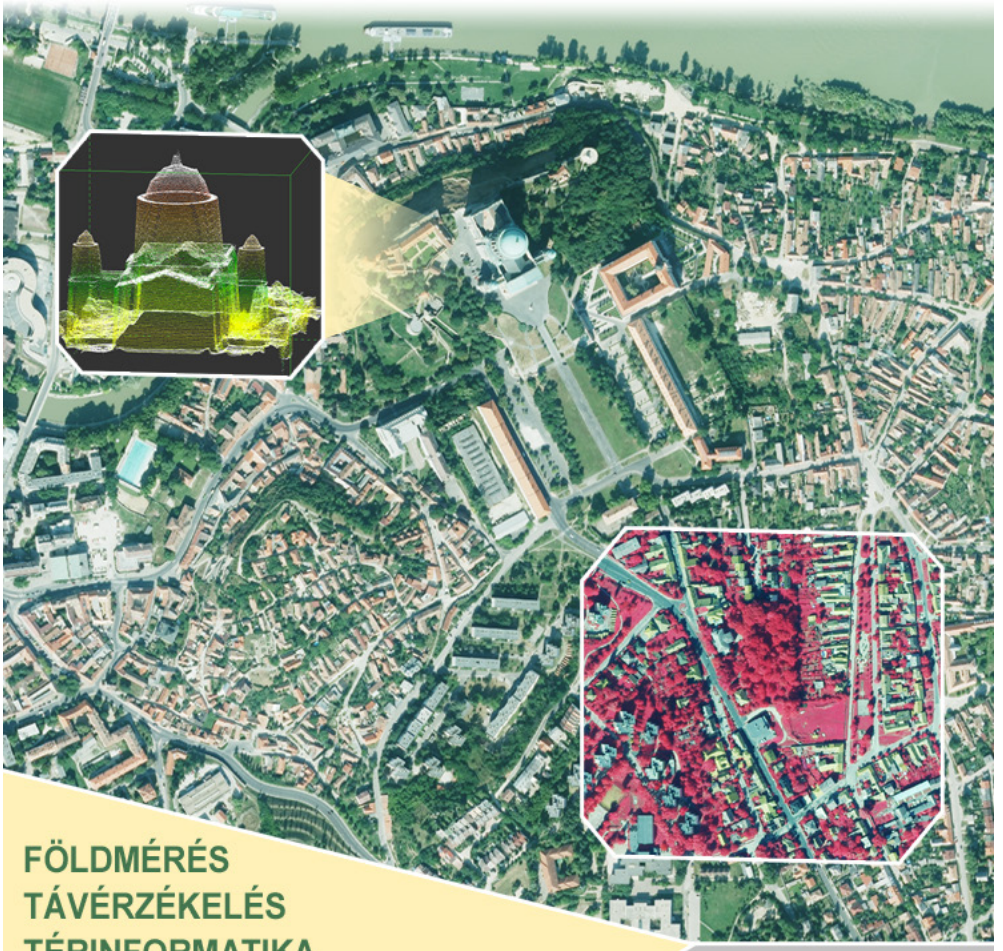
MELLÉKLETEK

GEODÉZIA
GEODÉZIAI ÉS TÉRKÉPÉSZETI ZRT.
SINCE 1951

A felszín alá nézve,
avagy mederfelmérés és talajradar



Legújabb szakmai újdonságokért keresse honlapunkat - www.geodezia.hu



FÖLDMÉRÉS
TÁVÉRZÉKELÉS
TÉRINFORMATIKA

TÉRKÉPI ADATSZOLGÁLTATÁS
GEOSHOP WEBÁRUHÁZ
LÉGIFELVÉTEL,
ORTOFOTÓ

GNSS SZOLGÁLTATÁS
TAKARNET RENDSZER
FÖLDHIVATAL ONLINE
MEPAR, VINGIS

fömi

FÖLDMÉRÉSI ÉS TÁVÉRZÉKELÉSI INTÉZET

1149 Budapest, Bosnyák tér 5.
Telefon: (+36 1) 222 5101, Fax: (36 1) 222 5112
Call center: (+36 1) 460 1310
www.fomi.hu, info@fomi.hu

CAD+Inform

CAD+Inform Kft. tevékenységének bemutatása

A CAD+Inform Kft. közel 25 éve van jelen a hazai grafikus műszaki tervezői, digitális térképkészítési és térinformatikai szoftverpiacon. A cég egyaránt foglalkozik CAD/GIS szoftverek értékesítésével, egyedi megoldások kifejlesztésével, digitális térképek feldolgozásával és térinformatikai adatelőkészítéssel. Az alkalmazott feldolgozási technológia alapját az Autodesk grafikus alapszoftverei képezik, amelyek hazai bevezetésében és elterjesztésében a cég mindvégig jelentős szerepet vállalt.

A CAD+Inform Kft. az Autodesk egyik legrégebbi hivatalos magyarországi partnere. Fejlesztőként tagja a regisztrált Autodesk alkalmazásfejlesztők hálózatának (ADN) is.

Digitális térképkészítés, térinformatikai adat előkészítés, egyedi fejlesztések

A CAD+Inform Kft. a műszaki térinformatikára, azon belül elsősorban a közmű szakági nyilvántartások területére szakosodott. Legjellemzőbb vállalkozói tevékenysége a nyilvántartások alapjául szolgáló szakági és térképi adatok feldolgozása, digitális előállítása és átalakítása, attribútumokkal való feltöltése, a szakmai és az alkalmazott térinformatikai szoftver igényeinek megfelelő struktúrálása, topologizálása és adatbázisba történő migrálása, a változások átvezetése, továbbá az ehhez szükséges szoftver eszközök kifejlesztése.

A cég több hazai nagy közműszolgáltató hagyományos szakági nyilvántartásának digitális átalakítását, és térinformatikai felhasználásra való alkalmassá tételét végezte el az elmúlt időszakban. A nyilvántartói munka zökkenőmentes átállásához és a szakági térképek vállalaton belüli felhasználásához biztosította azt a felhasználói szoftver környezetet, karbantartó és publikáló eszközöket is, amellyel a nyilvántartás digitálisan is tovább üzemeltethető, az adatállományok konzisztenciájának és naprakészségének megtartásával, a változások szakszerű átvezetésével.

A cég tevékenységén belül speciális részterület a földhivatali térképek információ technológiai javítása, hibaszűrése, és strukturálása a szakági nyilvántartásban történő számítógépes felhasználhatóság biztosítása érdekében.

Az utóbbi évek gyakori jogszabályi változásainak következtében, a közmű vállalatokkal szemben támasztott változó-, sokszor egyedi adat igények kiszolgálására, az ügyfelek gyakran bízzák meg a céget speciális elemzésekkel, célirányos adatfeldolgozásra alkalmas fejlesztésekkel, amire az alkalmazott nyilvántartói rendszer eredetileg nem volt felkészítve.

Mindezen tevékenységek és fejlesztések elsődleges alapszoftver az AutoCAD Map 3D és az adatok térinformatikai megjelenítést támogató Autodesk Infrastructure Map Server szoftverek.

Grafikus nyilvántartások szkennelése, archiválása

A CAD+Inform Kft. a szakági nyilvántartások digitális átalakítása előtt, vagy annak részeként, vállalkozik a hagyományos papír alapú nyilvántartások átalakítás kori állapotának rögzítésére, archiválására, és az archívum tartalom szerinti kereshetőségének biztosítására. Az archiválás fontos lépés a digitális nyilvántartásra történő zökkenőmentes áttérés, és az adat elérés folytonosságának fenntartása érdekében. A folytonosság kiterjed a digitális állapot előtti időszakra is. Az archiválás közben, az ügyfél kérésére megtörténik a hagyományos raszter állományok georeferálása is, ami állományi szinten biztosítja az archívum földrajzi helyhez kötött kereshetőségét és megjelenítését is.

Építőmérnöki szakirány

A CAD+Inform Kft. saját fejlesztésű szoftver termékkel is jelen van a hazai építőmérnöki szoftver piacon. Az AutoCAD Map 3D és AutoCAD Civil 3D grafikus alapkörnyezetre kifejlesztett C+I Közműhálózat Tervező Rendszer, a hazai építőmérnökök számára ma már meghatározó eszköz a víz-, gáz-, csatorna- és csapadék közműhálózatok tervezésében.

Oktatás

A CAD+Inform Kft. teljes körű képzést biztosít az általa forgalmazott Autodesk szoftverekhez. A kurzusok egy részét a nagyobb felhasználó vállalatok foglalják le, saját szakembereik szakmai képzésére. A zártkörű képzések mellett a cég rendszeresen indít hirdetett tanfolyamokat is, melyekre a kisebb felhasználók is jelentkezhetnek.

CAD+Inform
Mérnöki, Szoftverfejlesztő, Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.
4026 Debrecen, Bem tér 18/c
Tel: 52-522-730, Fax: 52-452-685
cad.inform@cadi.hu
www.cadinform.hu



- Űrfelvételek forgalmazása: DigitalGlobe, WorldView, GeoEye,RapidEye, DMCII, IRS, RADARSAT
- Képfeldolgozó szoftverek: ENVI szoftvercsalád, SARscape
- Fotogrammetria: Trimble INPHO termékek
- Képszegmentálás: Trimble eCognition szoftverek
- Digitális térképek: HERE Platform és térképek

Elérhetőségek:

www.geoiq.hu
+36 26 346 019
+36 30 931 0626
2098 Pilisszentkereszt, Kakashegy utca 56.

Szolíd árak, transzparencia, s az iparág vezető szoftverei















Megérkezett az ArcGIS 10.3!

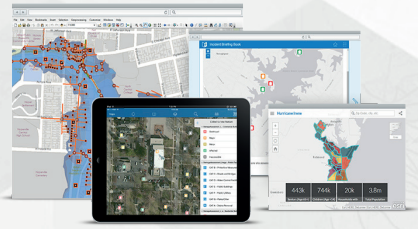


Az ArcGIS legújabb verziója jelentős változásokat hoz a Desktop használatában, amivel a térképek készítése, használata, megosztása bármilyen eszközön és bármikor lehetségessé válik. Új alkalmazásokat és fejlesztéseket tartalmaz, amelyek támogatják a még hatékonyabb munkavégzést, és az eredményekből a szervezete is egyszerűbben profitál. A teljesség igénye nélkül néhány fontos változás:

ArcGIS Pro - az ArcGIS for Desktop új alkalmazása

Az ArcGIS Pro ötvözi az ArcMap, ArcCatalog, ArcScene és ArcGlobe tulajdonságait, így többek között együttesen jeleníthet meg vele 2D és 3D térképeket, vagy több layout-ot egy dokumentumban. Az elkészült térképeket egyszerűen és könnyedén publikálhatja akár ArcGIS Online-on keresztül is. A 64-bites architektúra a több szálon való futtathatóságának és a modern kezelőfelületének köszönhetően gyorsabb és gördülékenyebb használatot tesz lehetővé Windows platformon.



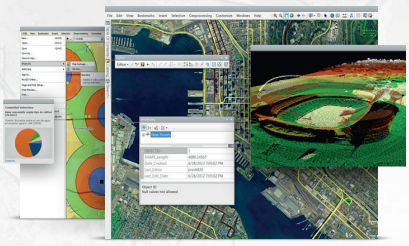


ArcMap - bővebb funkcionalitás

Az ArcGIS 10.3-mal az ArcMap-et is eddig még nem látott mértékben fejlesztették, például új elemzési, automatizálási és infografikai eszközök segítik a még hatékonyabb adatkezelést. Ezen kívül az ArcGIS Pro mellett bármelyik ArcMap verzió is futtatható.

Web GIS - Ossza meg másokkal is munkáit

ArcGIS for Desktop felhasználóknak ingyenes ArcGIS Online hozzáférés is jár, ami lehetővé teszi az Esri applikációk használatát és a munkák publikálását széles körben.
Mostantól a szervezetek ugyanezzel a webes funkcionalitással rendelkezhetnek a saját infrastruktúrájukon belül. Hogyan? 10.3-as verziótól ArcGIS for Server felhasználóink (Standard vagy Advanced szinten) hozzáférést kapnak a Portal for ArcGIS-hez, amelyen keresztül megoszthatják munkáikat a szervezetükön belül illetve hozzáférhetnek az összes ArcGIS alkalmazáshoz.



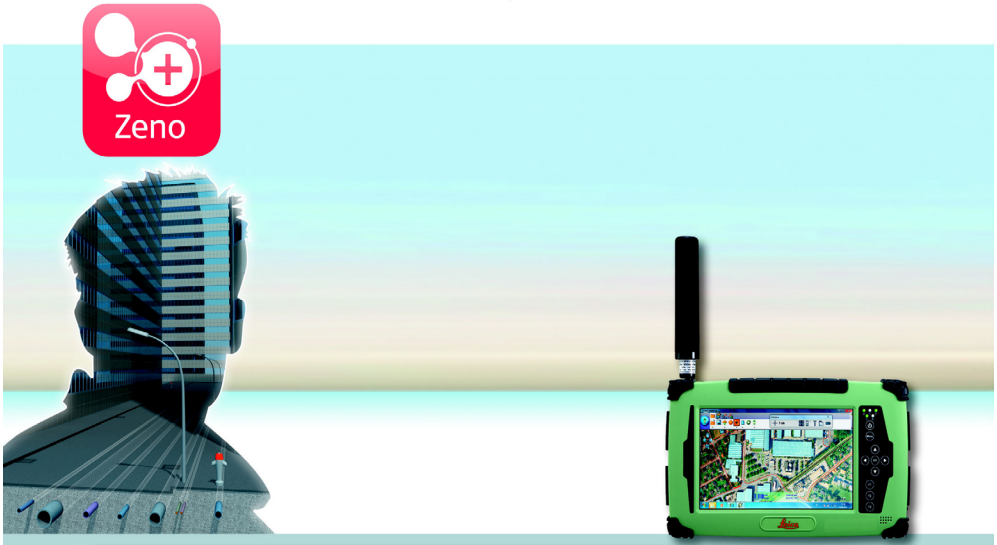
Bővebb információ:
sales@esrihu.hu | esrihu.hu | facebook.com/esrihungary
T +36 1 428 80 40 | F +36 1 428 8042
1134 Budapest, Váci út 33., V33 Irodaház, 9. emelet

esri Hungary

Leica CS25 GNSS plus

A cm pontosságú térinformatikai tablet

Adatlap



A nagypontosságú GNSS és egy terepálló tablet számítógép utolérhetetlen kombinációja

A CS25 GNSS plus tablet-ben benne van a teljes GNSS funkcionalitás egy ergonomikus hordozható eszközben – emiatt lesz ez az iparág vezető, legnagyobb teljesítményű GNSS kézi eszköze. A CS25 GNSS plus két összeállítást támogat: egy kézi eszköz HELIX antennával, illetve egy külső passzív antenna(Leica AS10).

- Kézi eszközként: <10 cm pontosság
- Külső AS10 antennával: cm-es pontosság
- Referencia állomások elérése a beépített modemmel a subméter és cm közötti pontosság eléréséhez
- Hatalmas adattároló hely 128 GB az SSD lemezen és 2 TB az opcionális SD kártyán.

Kiváló ergonómia és olvashatóság napfényben is

A CS25 GNSS plus fel van szerelve egy 7" méretű színes, transzflektív érintőképernyővel, ami a kéz ujjaival vagy stylussal működtethető. A kijelző az optimális látóthatósághoz lett tervezve, napfényben is jól olvasható, és sötétebb környezetben megvilágítható.

- Terepálló (IP65), nagy képernyő a kényelmes használatért
- Működés közben is cserélhető akkumulátor a folyamatos használathoz
- A legkiválóbb mobilitás, mivel nincs szükség rúdra a dm - cm pontosság eléréséhez

A kommunikációs lehetőségek tárháza és teljes Windows® környezet

A CS25 GNSS plus magában foglalja a legfrissebb kábel mentes kommunikációs technológiát, lehetővé téve a GNSS-támogatású térképezési alkalmazásokat is az iroda közvetlen távelérésével.

- Integrált nagysebességű kommunikációs szabványok (GSM/UMTS/CDMA, Wi-Fi és Bluetooth®)
- Windows® 7 Ultimate OS lehetővé téve az egyszerű és ismerős használatot

PART OF HEXAGON

- when it has to be **right**

Leica Geosystems

Műszaki Adatok

Leica CS25 GNSS plus	
GNSS	
Csatornák	120 csatorna Csak L1, Opció: L1/L2 GPS, opció: GLONASS
Műhold jelek követése	GPS: L1, L2, L2C; GLONASS: L1, L2 Beidou: B1; Galileo: E1
Integrált valós idejű	SBAS (WAAS, EGNOS, GAGAN)[1]
Adat kimenet protokoll	NMEA-0183 (GGA, VTG, GLL, GSA, ZDA, GSV, RMC, GST, GRS) csak Zeno Connect használatával
Valós idejű protokoll	RTCM 2.x, RTCM 3.0, RTCM 3.1, Leica, CMR, CMR+
Frissítés sebessége	1 Hz (1 sec), Opció: 5 Hz (0.2 sec)
Vízszintes valós idejű pontosság[2] (SBAS vagy külső forrás)	SBAS (csak L1): < 0.9 m DGNSS (csak L1, belsővel): < 50 cm + 1 ppm RTK (AS10 antennával, L1/L2): 1 cm + 1 ppm, RTK (belsővel, L1/L2): < 10 cm + 1 ppm
Magassági valós idejű pontosság[2]	RTK (AS10 antennával, L1/L2): 2 cm + 1 ppm, RTK (belsővel, L1/L2): < 20 cm + 1 ppm
Utófeldolgozás pontossága statikus mód[2]	Vízszintes: 3 mm + 0.5 ppm (rms) Magassági: 6 mm + 0.5 ppm (rms)
Inicializálási idő[2]	Tipikusan 10 másodperc
Technológia	
Processzor & Memória	Intel Ultra Low Power Cedar Trail N2600 1.6GHz dual-core processzor, 4 GB DDR3 RAM
Adattárolás	128 GB SSD solid state merevlemez – Bővíthető Secure Digital TM (SD) Card és MultiMediaCard™ (MMC) kártyákkal 2TB-ig
Operációs Rendszer	Microsoft Windows® 7 Ultimate
Képernyő	7" képernyő 1024x600 felbontás TFT LCD MaxView™ napfényben is olvasható érintőképernyős kijelző
Beépített Kamera	5 Megapixel kamera Autofókusszal + LED világítás
Szabványos Szoftver	• uBlox Center szoftver • Internet Explorer
I/O	• 1 x USB 2.0 port • 1 x 9-tűs soros RS-232 port (teljesen vízálló, még akkor is, ha a zár nyitva van) • 1 x LAN (Gigabit ethernet) • 1 x DC áram port • QN csatlakozó Helix antennához vagy külső GNSS antennához • Dokkoló csatlakozó (érintkező tű típus): 1 x 4 tűs dokkoló • Audio ki és Mikrofon • Audio integrált (egy hangszóró)
Kommunikáció	
Integrált kommunikációs modulok	Kábelmentes LAN 802.11 b/g/n PAN: integrált Bluetooth® v.2.1/v4.0 + EDR megfelelés WWAN GobiTM 3000 kész, támogatja a következő RF csatornákat: • HSDPA/UMTS 800/850/900/1900/2100 MHz • Négycsatornás EDGE/GPRS/GSM – 850/900/1800/1900 MHz • Kétcsatornás EV-DO/CDMA – 800/1900 MHz 2 integrált 3.5G antenna (Fő & Diverzitás)
Áram Kezelés	
Akkumulátorok	Két, működés közben is cserélhető Li-Polimer akku csomag, 5200 mAh egyenként
Feszültség	Bemenet: 120 – 240 VAC, 50 – 60 Hz, 12 VDC kimenet
Működési idő	6 h[3]
Fizikai Részletek	
Méret	144 mm x 242 mm x 40 mm
Súly	1.4 kg beleértve az egész napos akkumulátorokat is, és L1/L2 GNSS antennát
Homok & Por	IP65, MIL-STD-810G
Víz	IP65, MIL-STD-810G
Magasság	4572 m 5 °C-on
Működési hőmérsékleti tartomány	–33 °C és 63 °C között, MIL-STD-810G, Módszer 501.4 Eljárás II, MIL-STD 810G, Módszer 502.4, Eljárás I, II, III
Tárolási hőmérsékleti tartomány	–40 °C és 70 °C között MIL-STD-810G, Módszer 501.4 Eljárás II, MIL-STD 810G, Módszer 502.4, Eljárás I, II, III
Nedvesség	MIL-STD-810G, Módszer 507.4, 90% RH hőm. ciklus 0 °C/70 °C
Leesés[4]	MIL-STD-810G 1.22 m leesés szabadon betonra 26 leesés 1.22 m-ről MIL-STD-810G, Módszer 516.5, Eljárás IV
Vibráció	MIL-STD-810G, Módszer 514.5 Eljárás I & II, Általános minimum integritás és a legszigorúbb terheléses teszt
Tartozékok és Opcionális Funkciók	
Tartozékok	Külső akkutöltő, hátizsák készlet, kemény hordláda, 12V gépkocsi töltő, rúd rögzítő, tükrözés mentes képernyővédő fóliák, plusz 5200 mAh akkumulátor
Opcionális Terepi és Irodai Szoftver	Leica Zeno Field, Leica MobileMatrix, Leica Zeno Connect, Leica Zeno Office és Leica Zeno Office ArcGIS alatt
Opcionális GNSS Antenna	Leica AS10

[1] WAAS elérhetőség csak Észak-Amerikában, EGNOS elérhetőség csak Európában. [2] A következőktől függően eltérhet: használt antenna, atmoszférikus körülmények, többutas terjedés, akadályok, jel geometria és követett műholdak száma. [3] Folyamatos terepi működési módban a következőktől függően eltérhet: hőmérséklet, akku életkora, használat stb. [4] Felszerelt Helix antenna nélkül.

Swiss Technology by Leica Geosystems

A Bluetooth® szó és márka logo a Bluetooth SIG, Inc. tulajdona, és mint ilyen, a Leica Geosystems AG számára license alapján használható.
A Microsoft, Windows és a Windows logo a Microsoft Corporation bejegyzett védjegye vagy márkaneve az USA-ban és / vagy más országokban.
Más márkanevek és kereskedelmi nevek a saját tulajdonosaik tulajdonai.

Az illusztrációk, leírások és műszaki adatok nem kötöttek. Minden jog fenntartva.
Nyomtatta a HVG Press – Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Svájc.

A GIS termékeinkről bővebben tájékozódhat a http://www.leica-geosystems.hu/hu/GIS-Adatok-Gyjtese-Kezelese_102773.htm oldalunkon vagy szkennelje be a QR kódot

Leica Geosystems Hungary Kft.
1102 Budapest, Kőrösi Csoma Sándor út 6/C.,
Tel: +36 1 814 3420
Email: hungary.office@leica-geosystems.com
www.leica-geosystems.hu

- when it has to be right

Leica Geosystems

Leica CS25 plus

Extrém ellenálló térinformatikai tablet PC

Adatlap





Csúcstechnológia

A Leica CS25 plus rendelkezik mindazon csúcstechnológiával (Windows® 7 Ultimate OS), amely lehetővé teszi Önnek, hogy beillessze a saját asztali PC gépét egy megerősített tablet gépbe, és az mindig Önnél legyen, akárhol dolgozik is.

- 17.8 cm méretű, napfényben is jól olvasható érintőképernyő
- Új, 128GB SSD merevlemez, kiküszöbölve a belső mozgó alkatrészeket
- Integrált GPS, 3.75G modem, WiFi és opcionális Long-Range Bluetooth®
- Szuper ellenálló tervezés, egész napon át használható, működés közben is könnyen kicserélhető akkumulátorokkal

Fejlesztések a CS25 plus eszközben

- Új, Dual-Core processzor @ 1.6GHz
- Kamera frissítés 5 MP-re autofókusszal
- Megduplázott RAM méret (4GB) és lemezterület (128GB)
- Új, LAN Gigabit Ethernet
- Javított, integrált GPS antenna a jobb pozicionálás érdekében
- Új, SD kártyabővítő nyílás (SDXC támogatás) kibővítve a meglevő 128GB SSD flash tárolót további 2 TB nagysággal.
- Javított 3G Antenna teljesítmény két beépített GSM antennával

Sokoldalúságra tervezve

Integrálja a Leica tabletjét a Leica család mobil megoldásai közé. Válasszon olyan terepi szoftvert, GNSS pontosságot és kiépítést (rudas vagy hátizsákos), ami illeszkedik az Ön munkafolyamatához és költségvetéséhez.

- Használatra kész a következőkkel: Leica Zeno Field, Zeno Connect és Leica MobileMatriX
- Használatra kész a következőkkel: Leica GNSS SmartAntenna – Leica Zeno GG03
- Használja a Leica Zeno Connect szoftvert, hogy saját alkalmazásokat ágyazzon be a Leica CS25 és Leica Zeno GG03 eszközökbe.
- Ugyanazok a tartozékok, mint a Leica CS25 eszközhöz

PART OF HEXAGON

- when it has to be **right**

Leica Geosystems

Műszaki Adatok

Leica CS25 plus	
Technológia	
Processzor & Memória	Intel Ultra Low Power N2600 1.6GHz Dual Core processzor 4 GB DDR3 RAM memóriával
Adattárolás	- 128GB SSD merevlemez - Secure Digital TM (SD) Kártya és MultiMediaCard TM (MMC) nyílás (támogatja az SD specifikációkat v1.0/v1.1/v2.0/ SDHC (egészen 32 GB-ig); kompatibilis SDXC (egészen 2 TB-ig); támogatja az MMC specifikációkat v3.x/v4.0/v4.1/v4.2)
Operációs Rendszer	Microsoft Windows 7 Ultimate
Képernyő	7" képernyő 1024x600 felbontású TFT LCD MaxView™ napfényben is jól olvasható rezisztív érintőképernyős kijelző
Billentyűzet & Gombok	• Bekapcsoló gomb • Menü gomb (vezérli a fényerő, hangerő, akku státuszt, WiFi& BT Be/Ki, és 3G Be/Ki) • 4+1 Navigációs billentyű (Bal, Jobb, Fel, Le, OK az Enter funkcióhoz) • 3x felhasználható által programozható gyorsbillentyű, ami akár 6 funkciót is vezérel • Képernyő QWERTY billentyűzet
Biztonság	Trusted Platform Module (TPM) chip
I/O	• 2 x USB 2.0 port (egy teljesen vízálló, még akkor is, ha a zár nyitva van) • 1 x 9-tűs soros RS-232 port (teljesen vízálló, még akkor is, ha a zár nyitva van) • 1 x LAN (Gigabit ethernet) • 1 x DC áram port • Dokkoló csatlakozó (tűs típusú érintkező) • 1 x 4 tűs dokkoló • Audio kimenet • 1 x Mikrofon • Beépített audio (egy hangszóró) • Teljesen Gobi™ 3000 PCIe modul-kész
Kommunikáció	
Integrált kommunikációs modulok	Kábelmentes LAN 802.11 b/g/n PAN: integrált Bluetooth® v.2.1/v4.0 + EDR megfelelés WWAN Gobi™ 3000 használatra kész, támogatja a következő RF sávokat: • HSDPA/UMTS 800/850/900/1900/2100 MHz • Négysávos EDGE/GPRS/GSM – 850/900/1800/1900 MHz • Kétsávos EV-DO/CDMA – 800/1900 MHz 2 integrált 3.5G antenna (Fő & Diverzitás)
Integrált GPS	Integrált uBlox GPS (50 csatorna), WAAS/EGNOS képes[1], GPS valós idejű pontosság (WAAS, EGNOS)[2]: 2 – 5 m
Beépített Kamera	5 Megapixel-es kamera Autofókusszal + LED világítás
Szabvány Szoftver	• AirCard Watcher • uCenter a konfigurációhoz és az uBlox GPS vezérléséhez • Internet Explorer
Áram Kezelés	
Akkumulátorok	Két, működés közben is cserélhető Li-Polimer akku csomag, 5200 mAh egyenként
Feszültség	Bemenet: 120-240 VAC, 50-60 Hz, 12 VDC kimenet
Működési & Tárolási Idő	8 h[3] / Akku tartósság, míg "ki" van kapcsolva: > 90 nap lemerülés
Fizikai Részletek	
Méret	144 mm (5.56") x 242 mm (9.5") x 40 mm (1.57")
Súly	1.3 kg beleértve az egész napos akkumulátorokat is
Homok & Por	IP65, MIL-STD-810G
Víz	IP65, MIL-STD-810G
Tengerszint feletti magasság	4572 m 5 °C-on
Működési hőmérsékleti tartomány	33 °C és 63 °C között, MIL-STD-810G, Módszer 501.4 Eljárás II, MIL-STD 810G, Módszer 502.4, Eljárás I, II, III
Tárolási hőmérsékleti tartomány	-40 °C és 70 °C között MIL-STD-810G, Módszer 501.4 Eljárás II, MIL-STD 810G, Módszer 502.4, Eljárás I, II, III
Nedvesség	MIL-STD-810G, Módszer 507.4, 90% RH hőm. ciklus 0 °C/70 °C
Leesés	MIL-STD-810G 1.22 m leesés szabadon betonra (26 leesés 1.22 m-ről) MIL-STD-810G, Módszer 516.5, Eljárás IV)
Vibráció	MIL-STD-810G, Módszer 514.5 Eljárás I & II, Általános minimum integritás és a legszigorúbb rakomány teszt
Tartozékok és Opcionális Funkciók	
Tartozékok	Külső akkutöltő, hátizsák készlet, kemény hordláda, 12V gépkocsi töltő, rúd felerősítés megoldás, tükröződés-mentes képernyő védők, pluszl 5200 mAh akkumulátor
Opcionális Terepi és Irodai Szoftver	Leica Zeno Field, Leica MobileMatriX, Leica Zeno Connect, Leica Zeno Office és Leica Zeno Office ArcGIS alatt
Opcionális GNSS Érzékelők	Leica Zeno GG03

[1] WAAS csak Észak-Amerikában, EGNOS csak Európában elérhető
[2] A következőktől függően eltérhet: használt antenna, atmoszférikus körülmények, többutas terjedés, akadályok, jel geometria és követett műholdak száma.
[3] Folyamatos terepi működési módban a következőktől függően eltérhet: hőmérséklet, akku életkora, használat stb.

Swiss Technology by Leica Geosystems

A Bluetooth® szó és márka logo a Bluetooth SIG, Inc. tulajdona, és mint ilyen, a Leica Geosystems AG számára license alapján használható.
A Microsoft, Windows és a Windows logo a Microsoft Corporation bejegyzett védjegye vagy márkaneve az USA-ban és / vagy más országokban.
Más márkanevek és kereskedelmi nevek a saját tulajdonosaik tulajdonai.

Az illusztrációk, leírások és műszaki adatok nem kötöttek. Minden jog fenntartva.
Nyomtatta a HVG Press – Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Svájc.

A GIS termékeinkről bővebben tájékozódhat a http://www.leica-geosystems.hu/hu/GIS-Adatok-Gyitese-Kezelese_102773.htm oldalunkon vagy szkennelje be a QR kódot

Leica Geosystems Hungary Kft.
1102 Budapest, Kőrösi Csoma Sándor út 6/C.,
Tel: +36 1 814 3420
Email: hungary.office@leica-geosystems.com
www.leica-geosystems.hu

- when it has to be right

Leica Geosystems

Leica Zeno GIS Megoldások



Leica Zeno 5

Egyszerű terepi adatgyűjtő akár cm-es pontossággal

- Kicsi és könnyű Kézi készülék (375 g akkuval együtt)
- 48 csatornás-GPS SiRFstarIV SiRFInstantFix technológiával
- Pontosság 2 -5m, SBAS-sal 1-3m (GG03-as antennával cm-es pontosság)
- Képernyő 3,7", VGA (480 x 640)
- Érintőképernyő, napfényben is jól olvasható
- QWERTY billentyűzet, megvilágított és ergonomikus
- 3.2 Megapixel-es Kamera LED vakuval
- Teljes mobiltelefon funkcionalitás
- Microsoft Windows Embedded 6.5.3
- 2GB Flash-ROM, 256 MB SDRAM, Micro SD
- Bluetooth 2.0, UMTS 3,8G HSPA, WiFi
- Li-ION Akkumulátor akár 10 órás működési idővel
- Vezérlő a GG03 SmartAntennához: pontosság DGPS < 0,4m és RTK < 1cm + 2ppm



Leica Zeno 10 /Zeno15

A megerősített és sokoldalú GNSS / GIS Kézi készülék

- Kézi GNSS, Pontosság < 50cm
- Rúdra szerelve DGPS < 40cm
- Opcionális Glonass és 5 Hz
- Képernyő 3,5", Felbontás 640 x 480 Pixel
- Napfényben is jól olvasható érintőképernyő
- Numerikus (Zeno 10) vagy QWERTY (Zeno 15) billentyűzet
- Processzor 533Hz, 512 MB RAM, 1 GB Flash
- Modemek: 3,5G, WLAN, Bluetooth 2,0
- Kamera 2 Megapixel-es, SD-Nyílás
- Terepállóság IP67
- Egész napon át működő akkumulátor (8 óra)



Leica CS25 GNSS plus

A rugalmas, nagy pontosságú Tablet PC

- Tablet PC integrált GNSS modullal
- Kézben tartva Helix antennával vagy rúdon AS10 antennával
- Pontosság:
- DGPS < 50cm
- RTK < 10cm (Helix antennával)
- RTK < 1cm + 1ppm (AS10 antennával)
- 120 csatorna, opcionális Glonass és 5Hz lehetőséggel
- Képernyő 7", Felbontás 1024 x 600
- Érintőképernyő, jól olvasható még napfényben is
- Processzor Intel Atom Dual Core N2600, 1.6 GHz, Memória 4 GB DDR3 RAM
- Op. Rendszer Windows 7 Ultimate, HD 128 GB SSD
- Modemek: UMTS, WLAN, Bluetooth 2,0
- 5 Megapixel-es Kamera + LED Világítás
- 2 db Lithium akkumulátor, egyenként 5200mAh (6 óra)
- Kompakt és könnyűsúlyú (1,4kg akkukkal együtt)



Leica GG03

A precíz és megbízható GNSS SmartAntenna

- GG03 L1, Pontosság DGPS < 40cm
- Opcionális L1/L2, Pontosság RTK <1cm + 2 ppm
- 120 csatorna, opcionális Glonass és 5Hz lehetőséggel
- Kis súly (0,8kg akkuval együtt)
- Különlegesen strapabíró (IP68)
- Együtt dolgozik az összes Zeno vezérlő eszközzel Bluetooth-on keresztül
- Egész napon át működő akkumulátor (8-10 óra)

Válassza az Ön kívánalmainak megfelelő legjobb megoldást:

Post-méteres pontosság (SBAS)



Szub-méteres pontosság (DGPS)



Centiméteres pontosság (RTK)



Szoftver a Leica Zeno GIS család részére:

Leica Zeno Field

Felhasználóbarát profi terepi adatgyűjtő szoftver



- Leica Zeno Field szoftver Esri ArcPad 10 alapon
- A szoftver lehetőséget nyújt a terepi információk kezeléséhez, gyűjtéséhez, szerkesztéséhez és megtekintéséhez
- GNSS nagypontosságú nyersadat gyűjtése utófeldolgozáshoz
- Javítja adatbázisát, integritását az egyszerűen automatizált munkafolyamat révén
- Támogatja az összes Zeno eszközt
- Csatlakoztathatóság külső eszközökhöz pl. Lézeres távolságmérők, vezetékkutatók,...

Leica Zeno Office

Egyszerű iroda-terep szinkonizációs munkafolyamat az optimális adatintegrációhoz



- Leica Zeno Office szoftver a népszerű ESRI ArcGIS szoftverbe ágyazóva
- Optimális adatkezelés és GNSS mérések számítása
- Automatizált munkafolyamat az adatcseréhez az iroda és a terep között mindkét irányban (EasyIn/ EasyOut)
- Részletes, GNSS minőségű meta adatok továbbítása, melyek a geo adatbázissal vannak kezelve
- Raszter és vektor adatok támogatása sokféle formátumban pl. Shape, DXF, DGN, DWG, ..
- Támogatja az utófeldolgozást a GNSS nyers adatokhoz a pontosság növelése érdekében

Leica Zeno Connect

Összekapcsolja a Leica GNSS technológiát bármilyen GIS alkalmazással

- A GNSS adatok továbbítása egy harmadik fél szoftverbe
- Konfiguráció, státusz és a GNSS vevők kezelése
- COM alkotóelemek a terepi szoftverrel történő egyszerű integrációhoz
- Nyersadatok tárolása
- Beépített koordináta transzformáció (akár VITEL is)
- Támogatja az összes Leica Zeno terméket és a GG03 GNSS SmartAntennát és néhány nem Leica terméket is
- Képes futni párhuzamosan vagy a háttérbe beintegrált SDK-n keresztül



GNSS pontosság és frissítési opciók

Pontosság	Frekvencia/ Korrekció	Zeno 5	Zeno 10/15	CS25 GNSS plus
1-3 m	L1 - SBAS	Zeno 5		
Sub-Méter	L1 - DGPS	Zeno 5 GG03 L1 antennával	Zeno 10/15	CS25 GNSS plus L1 Helix antennával
30 cm	L1 - DGPS			
10 cm	L1/L2 - RTK			CS 25 GNSS plus L1/L2 Helix antennával
1-3 cm	L1/L2 - RTK	Zeno 5 GG03 L1/L2 antennával	CS 10/15 GG03 L1/L2 antennával	CS 25 GNSS plus L1/L2 AS10 antennával
Frissítési lehetőség				

Leica Zeno Teljesítmény – Az Ön Előnye

A Leica Geosystems úttörőnek tekinthető a GNSS technológiában a több évtizedes felmérésben, földmérésben és adatkezelésben szerzett tapasztalat révén. A termékeink minősége és megbízhatósága számunkra a legfőbb prioritás. Profi adatgyűjtő megoldásokat kínálunk, hogy valódi előnyt biztosítsunk Önnek.

Minden egy Beszállítótól

A Leica Geosystems teljeskörű szolgáltatást kínál.
Ez magában foglalja a terméket és egy olyan szolgáltatási kört, mint pl. a konzultáció, telepítés, tréning és terméktámogatás. Minden Leica Zeno termék összekapcsolható a GNSS korrekciós szolgáltatásokkal a pontos pozicionálás érdekében.

GNSS Megbízhatóság
A Zeno GIS tartalmazza a profi Leica GNSS technológiát. A Leica Zeno-t úgy tervezték, hogy ott is működjön, ahol a műholdak láthatósága korlátozott, biztosítva Önnek a lehető legjobb pontosság megtartását. Minden megoldásunk bővíthető és moduláris, hogy az Ön befektetése a Leica Zeno eszközbe jövőbiztos legyen.

Strapabíró megoldások terepi használathoz tervezve
A Leica Zeno megoldások minden terepi körülmény között is használhatók, csakúgy ragyogó napfényben, mint esőben is. Az akkumulátorok támogatják a GNSS technológiájú egész napos munkát. A Zeno termékek a legszigorúbb terepi szabványoknak is megfelelnek. Minden, ami növeli a hatékonyságot és a profitabilitást.

Alkalmazások és harmadik fél megoldásai
A Zeno GIS úgy lett tervezve, hogy könnyen integrálható 3. fél által gyártott terepi szoftver csomagokkal. Már most számos ilyen csomag érhető el, hogy támogassuk a különféle piaci alkalmazások szükségleteit. Partnereinkkel együtt megoldást adunk az egyszerű GIS adatgyűjtési feladatokra és a szélesebb körű üzleti integrációs kívánalmakra is.

Verhetetlen Munkafolyamat

Automatizált és zavarmentes adatcsere

Az EasyOut és Easyln használatával Ön átviheti a saját Zeno vagy ESRI ArcGIS projektjét a Zeno terepi eszközbe,majd a terepi munka után szinkronizálhatja azt az irodai rendszerével. A projekt adatok a terepen kiegészíthetők vagy szerkeszthetők. Az automatizált adatátvitel javítja az adatok integritását, időt takarít meg és segít elkerülni a hibákat.



Profi Megoldások Különböző Alkalmazásokhoz

Az adat az alapja minden Térinformatikai Rendszernek (GIS). Az ilyen rendszerek pontos, naprakész és megbízható információt kívánnak az eszköz menedzsment és ingatlan nyilvántartások széleskörű, mindenre kiterjedő elemzéséhez és a tulajdonviszonyok optimalizált nyilvántartásához.
A Leica Zeno megoldások nagy pontosságú GNSS adatgyűjtést biztosítanak a terepen, hogy megfeleljenek a különböző alkalmazások szükségleteinek.
Az egyszerűen használható felületek, a kiváló pozicionálás és rugalmasság révén a Leica Zeno a profiknak való GIS-es és adatgyűjtési megoldás.



Leica Geosystems Hungary Kft.
1102 Budapest, Kőrösi Csoma Sándor út 6/C.
Tel: +36 1 814 3420

www.leica-geosystems.hu
hungary.office@leica-geosystems.com

- when it has to be **right**

Leica Geosystems

Leica Zeno GIS család

Az egyszerű, ám sokrétű mobil térinformatikai megoldás



- **A profi GIS adatgyűjtéshez**
- **Sokoldalú és moduláris megoldások**
- **A megbízható adatkezelés egyszerűvé teszi**
- **Rugalmas platform harmadik fél terepi szoftveréhez**
- **Bármilyen pontossági igényhez**

A GIS termékekről bővebben tájékozódhat az alábbi címen: http://www.leica-geosystems.hu/hu/GIS-Adatok-Gyujtese-Kezelese_102773.htm oldalunkon vagy sikeremelje be a QR kódot!

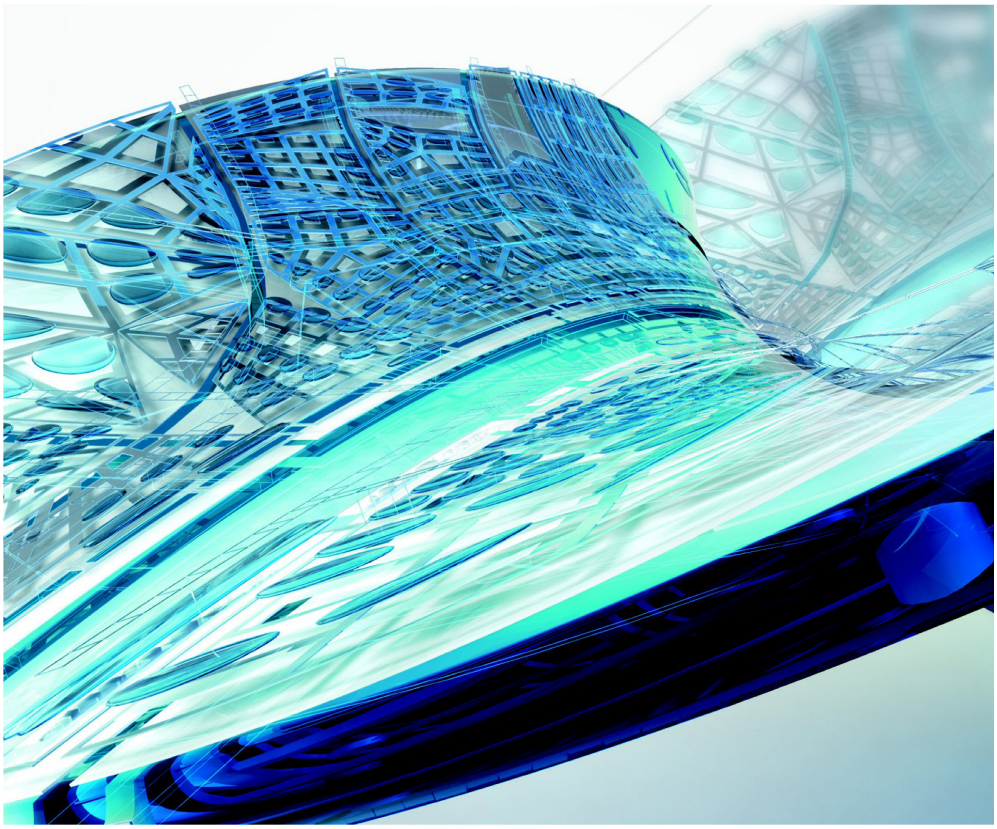
- when it has to be **right**

Leica Geosystems

AUTODESK®
INFRASTRUCTURE DESIGN SUITE 2016

ULTIMATE
PREMIUM
STANDARD

Az infrastruktúra-tervezési BIM megoldásokkal sikeres projekteket alkothat meg.



AUTODESK.

Az Autodesk Infrastructure Design Suite termékekre áttérve szélesebb körű szolgáltatást nyújthatunk ügyfeleinknek. A Civil 3D modelleken és mérnöki rajzokon kívül a projektek látványterveit és szimulációit is el tudjuk készíteni.

–Matthew Dalton
CAD/GIS tanácsadó
SRK Consulting Limited

Vásárlás és további információ

Olyan szakemberekkel léphet kapcsolatba világszerte, akik jól ismerik a terméket és az Ön szakterületét, valamint a szoftveren túlmutató értéket kínálnak. Az AutoCAD Infrastructure Design Suite szoftver licencének megvásárlásához lépjen kapcsolatba egy hivatalos Autodesk forgalmazóval. A legközelebbi forgalmazó megkereséséhez látogasson el a **www.autodesk.hu/forgalmazo** weboldalra.

További információkért és az Autodesk Infrastructure Design Suite programcsomag ingyenes* próbaverziójának letöltéséért látogasson el a **www.autodesk.com/infrastructuredesignsuite** weboldalra.

Autodesk oktatás

Az Autodesk számos forrást kínál a hallgatók és oktatók számára, amelyek segítségével a hallgatók felkészülhetnek a sikeres tervezői pályára. Az oktatók számára tervezőszoftvereket, tananyagokat és az oktatáshoz kapcsolódó forrásokat, míg a hallgatók számára ingyenes* szoftvereket, oktatóvideókat, tervpályázatokat és karrierrel kapcsolatos forrásokat biztosít. Bárki részesülhet a szakértői útmutatásban az Autodesk hivatalos oktatóközpontjaiban (ATC®), és tudását Autodesk-tanúsítvánnyal igazolhatja. További információt a **www.autodesk.com/education** weboldalon talál.

Autodesk szolgáltatások és támogatás

Naprakészen tarthatja Autodesk-termékeit a legújabb szervizcsomagokkal, frissítésekkel és más karbantartási kiadásokkal. Hozzájuthat a segédeszközökhöz és illesztőprogramokhoz, a megtekintőeszközökhöz, a minősített hardverekhez, a mintafájlokhoz és a beépülő modulokhoz. Ezekkel az eszközökkel a legtöbbet hozhatja ki a szoftverből – függetlenül attól, hogy mely iparágban dolgozik. További információk: **www.autodesk.com/servicesandsupport**.

Autodesk Szoftverkövetés

Az Autodesk Infrastructure Design Suite programcsomagot szoftverkövetéssel is megvásárolhatja. Az Autodesk® Szoftverkövetés a hatékony felhőalapú szolgáltatások, a legújabb szoftverkiadásokra történő frissítés, az online műszaki támogatás és a rugalmas licenckezelési jogosultságok előnyeit kínálja.** További információt a **www.autodesk.hu/subscription** webhelyen talál.

*Az ingyenes termékek a szoftver letöltésekor megjelenő végfelhasználói licencszerződés hatálya alá esnek.

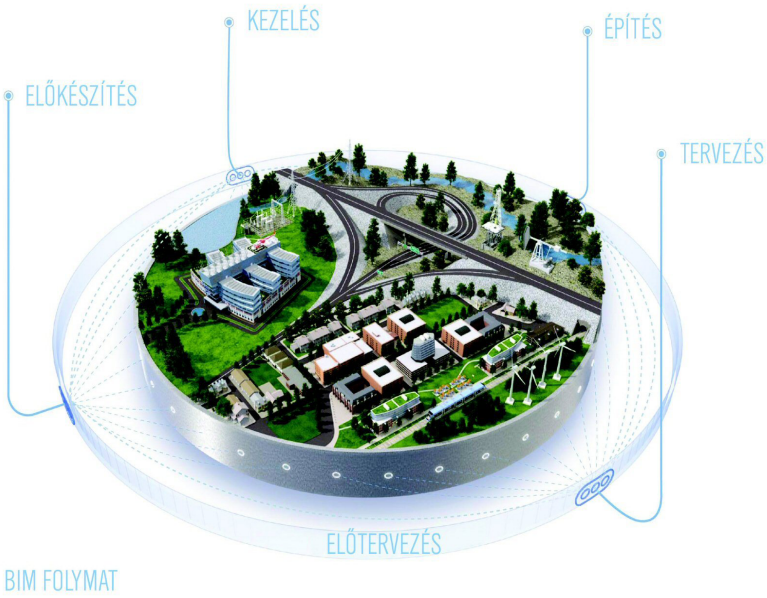
** A szoftverkövetés egyes előnyei nem érhetők el az összes termékhez bizonyos nyelveken és/vagy területeken. A rugalmas licencfeltételek, beleértve a korábbi verziókra és az otthoni felhasználásra vonatkozó jogokat, bizonyos feltételekhez kötöttek.

Az Autodesk, az Autodesk embléma, az AutoCAD, az ATC, a Civil 3D, a Green Building Studio, az InfraWorks, a Navisworks, a ReCap, a Revit, a Robot és a 3ds Max az Autodesk, Inc. és/vagy leányvállalatai és/vagy társvállalatai bejegyzett védjegye vagy védjegye az Amerikai Egyesült Államokban és/vagy más országokban. Minden más márkanév, terméknév vagy védjegy a megfelelő birtokosok tulajdona. Az Autodesk fenntartja a jogot a termék- és szolgáltatásajánlatok, valamint a specifikációk és árak előzetes értesítés nélküli módosítására, és nem vállal felelősséget jelen dokumentum tipográfiai és grafikai hibáiért.

© 2015 Autodesk, Inc. Minden jog fenntartva.

AUTODESK.

Átfogóbb épületinformáció-modellezési munkafolyamat



KÉSZÍTSE ELŐ magabiztosabban a projekteket a jelenlegi állapot értékelésével és a projektek potenciális hatásainak bemutatásával

ÉPÍTSE fel megbízhatóbban a projekteket a költséges tervezési és ütemezési ütközések kivitelezés előtti felismerésével

TERVEZZEN és dokumentáljon hatékonyabban intelligens modellalapú megoldásokkal, amelyek zökkenőmentesebbé teszik az időigényes tervezési feladatokat

KEZELJE megbízhatóbban az infrastruktúra adatait az intelligens szakági modellek segítségével, így jobb adatminőséget biztosíthat, és támogathatja a jövőbeli döntéshozatalt

Átfogó szoftvermegoldás az infrastruktúraprojektekhez

Az Autodesk® Infrastructure Design Suite egy olyan átfogó, infrastruktúrához kapcsolódó munkafolyamatokat célzó BIM szoftvermegoldás, amely pontosabb, elérhetőbb és jobban használható betekintést biztosít a közlekedési, területfejlesztési, közmű- és vízügyi projektekbe a teljes életciklus során. Az asztali és felhőalapú intelligens modellalapú eszközök egyedülálló elérhetőségével a programcsomag a következő előnyöket biztosítja:

- A különböző típusú adatokat egyetlen nézetben jelenítheti meg, így alaposabban felmérhető a projekt hatása, és a tervezési és irányítási döntések megalapozottabbak lehetnek.
- A koncepciótervek látványtervei pontosabban készíthetők el a meglévő környezetben
- Az integrált elemzési képességek nagyobb fokú betekintést nyújtanak a tervezési és kivitelezési folyamatokba, így pontosabban határozható meg a projektek várható eredménye
- A testre szabható mérnöki szabványok és a tervellenőrzési szabályok eredményesebb és egységesebb tervezést tesznek lehetővé
- A szinkronizált tervezés és rajzolás egyszerűbbé teszi a tervmódosítások végrehajtását
- Lenyűgöző vizuális látványtervekkel mutathatja be a tervezői szándékot, és jobban megismerheti a projektek működését a valós környezetben
- Több információhoz juthat a kivitelezés megvalósíthatóságáról, a költségekről és az ütemezésről
- Az intelligens szakági modellek segítenek az adatminőség fenntartásában, így megbízhatóbban kezelhetők az infrastruktúra adatai

Az alábbi problémákkal küzd?

- A projektek egységes és koordinált információk nélküli tervezése és kivitelezése miatt nőnek a lehetséges kockázatai és költségei?
- A különböző helyeken található, eltérő formátumú adatok megnehezítik a jelenlegi állapot értékelését?
- A tervezési folyamat során nehézséget okoz az egységes mérnöki szabványok és tervezési szabályok követése és alkalmazása?
- A kevésbé hatékony információ-megosztási módszerek használata időveszteséget és többletmunkát okoz?
- Nem használja ki maximálisan a modellalapú tervezés összes előnyét, beleértve a látványtervek készítését, a szimulációt és az elemzést?
- Nehezen tudja bemutatni az érintett feleknek a tervjavaslatok valós megjelenését és működését?
- Csapatai számára nehézséget okoz a meggyőző bemutatók készítése, ami elősegítené az érintettek jóváhagyását és az új munkák megszerzését?
- A már a kivitelezés megkezdése után észlelt problémák következtében emelkednek a projektköltségei?

Az Autodesk Infrastructure Design Suite segítségével áthidalhatja ezeket a nehézségeket.
További információk: **www.autodesk.com/infrastructuredesignsuite**



Világosan bemutathatja a tervezői szándékot a jóváhagyások elősegítéséhez.


A projekt valósághű megjelenítésével elnyerheti az érintettek támogatását.


Autodesk InfraWorks.
A kép a Cole Engineering tulajdona.

Autodesk Infrastructure Design Suite Ultimate

Fejlett tervezés és mérnöki munka

Az Autodesk® Infrastructure Design Suite Ultimate 2016 speciális képességekkel bővíti a Premium kiadás funkcióit az úttervezés, építészeti tervezés, épületgépészet, elektromos tervezés és szerkezettervezés terén.

Autodesk Infrastructure Design Suite Premium

Modellalapú tervezés, elemzés és látványtervezés

Az Autodesk® Infrastructure Design Suite Premium 2016 segítségével fokozhatja az infrastruktúratervezési BIM folyamat hatékonyságát a modellalapú építőmérnöki, szerkezeti és közműtervezési, elemzési és látványtervezési lehetőségek fejlesztésével.

Autodesk Infrastructure Design Suite Standard

Alapvető előkészítés és tervezés

Az Autodesk® Infrastructure Design Suite Standard 2016 az ismerős AutoCAD® munkafolyamatban biztosít alapvető tervezési és koordinációs lehetőségeket.

Termékek	ULTIMATE	PREMIUM	STANDARD
Autodesk® AutoCAD®	✓	✓	✓
Autodesk® AutoCAD® Map 3D	✓	✓	✓
Autodesk® AutoCAD® Raster Design	✓	✓	✓
Autodesk® ReCap™	✓	✓	✓
Autodesk® Storm and Sanitary Analysis	✓	✓	✓
Autodesk® AutoCAD® Utility Design	✓	✓	
Autodesk® AutoCAD® Civil 3D®	✓	✓	
Autodesk® 3ds Max®	✓	✓	
Autodesk® Navisworks® Manage	✓		
Autodesk® Navisworks® Simulate		✓	✓
Autodesk® Robot™ Structural Analysis Professional	✓		
Autodesk® Revit®	✓		
Autodesk® Revit® Structure		✓	
A szoftverkövetéssel elérhető termékek és szolgáltatások			
InfraWorks® 360 LT	✓	✓	
Bridge Module*	✓	✓	
Geotechnical Module*	✓	✓	
Rail Layout Module*	✓	✓	
River and Flood Analysis Module*	✓		
Structural Analysis for Revit	✓	✓	
Green Building Studio®	✓	✓	

**Ez a modul az Autodesk Infrastructure Design Suite programcsomag Autodesk szoftverkövetéssel rendelkező ügyfelei számára érhető el.*

SZPONZOROK
ÉS KIÁLLÍTÓK























